

**Spätschäden nach kindlichen Epiphysen- und
epiphysennahen Verletzungen am distalen Unterarm**

Margit Dill-Wiessner

1978



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Kinderchirurgischen Klinik
(Direktor Prof. Dr. W. Ch. Hecker)
der Universitätskinderklinik München
im Dr. v. Hauner'schen Kinderspital

Spätschäden nach kindlichen Epiphysen- und
epiphysennahen Verletzungen am distalen Unterarm

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilian-Universität zu München

vorgelegt von

Margit Dill-Wiessner

München 1978

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: PD Dr. J. Engert

Mitberichterstatter: Prof. Dr. W.Ch. Hecker

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 3. 10. 78



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
1.1. Besonderheiten von Frakturen und ihren Folgen im Kindesalter	2
1.1.1. Anatomie und Physiologie der Epiphysenfuge	3
1.1.2. Pathophysiologie der Epiphysenfuge	5
1.1.3. Heilungsbedingungen	5
1.1.4. Einteilung der Epiphysenfugenverletzungen	6
1.1.5. Prognose der Epiphysenfugenverletzungen	7
1.2. Zielsetzung der Arbeit	12
2. Eigene Untersuchungen	13
2.1. Krankengut (gesamtes Krankengut der Jahre 1959 - 1974)	13
2.1.1. Frakturarten, Häufigkeit und Lokalisation	13
2.1.2. Zeitpunkt der Frakturen	14
2.1.3. Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur	16
2.1.4. Geschlecht der Patienten	17
2.1.5. Unfallmechanismus	18
2.1.6. Posttraumatische Symptomatik	20
2.1.7. Therapie	21
2.2. Nachuntersuchtes Krankengut	23
2.2.1. Frakturarten, Häufigkeit und Lokalisation	23
2.2.2. Zeitpunkt der nachuntersuchten Frakturen	24
2.2.3. Alter der nachuntersuchten Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur	26
2.2.4. Geschlecht	27
2.2.5. Unfallmechanismus	27
2.2.5.1. bei den Epiphysenfrakturen	28
2.2.5.2. bei den distalen Unterarmfrakturen	29

2.2.6.	Posttraumatische Symptomatik	30
2.2.6.1.	bei den Epiphysenfrakturen	30
2.2.6.2.	bei den distalen Unterarmfrakturen	31
2.2.7.	Therapie	32
2.2.8.	Nachbehandlung	34
2.3.	Untersuchungsmethodik	35
2.3.1.	Funktionsprüfung des Handgelenks	35
2.3.2.	Röntgenologisch faßbare Veränderungen	36
2.3.2.1.	Längenänderungen	36
2.3.2.2.	Pathologische Veränderungen	36
2.3.2.3.	Knochenweite	37
2.3.3.	Bestimmung des Hydroxyl-Apatit- Gehaltes	37
2.3.4.	Bestimmung des Verhältnisses von HA-Gehalt zur Knochenweite	38
2.4.	Ergebnisse	39
2.4.1.	Subjektive Beschwerden	39
2.4.1.1.	Subjektive Beschwerden nach Epiphysenfrakturen	39
2.4.1.2.	Subjektive Beschwerden nach distalen Unterarmfrakturen	39
2.4.2.	Klinischer Befund	41
2.4.3.	Längenänderungen	45
2.4.3.1.	Längenänderungen bei Epiphysen- frakturen	45
2.4.3.2.	Längenänderungen bei distalen Unterarmfrakturen	47
2.4.4.	Röntgenbefund	49
2.4.4.1.	Röntgenbefund bei Epiphysen- frakturen	49
2.4.4.2.	Röntgenbefund bei distalen Unterarmfrakturen	49
2.4.5.	Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden und Röntgenbefund	51

	Seite
2.4.5.1. bei Epiphysenfrakturen	51
2.4.5.2. bei distalen Unterarmfrakturen	55
2.4.6. Hydroxyl-Apatit-Gehalt	57
2.4.7. Quotient Hydroxyl-Apatit-Gehalt/ Knochenweite	58
3. Diskussion	64
3.1. Häufigkeit der Epiphysen- frakturen	64
3.2. Alter zum Zeitpunkt der Fraktur	64
3.3. Unfallmechanismen	65
3.4. Symptomatik	67
3.5. Therapie	68
3.6. Nachbehandlung	70
3.7. Subjektive Beschwerden	71
3.8. Röntgenologisch faßbare Veränderungen	71
3.9. Hydroxyl-Apatit-Gehalt	80
3.10. Schlußfolgerungen	82

4. Zusammenfassung

Literaturverzeichnis

Lebenslauf

1. Einleitung

Schon in der Mitte des 18. Jahrhunderts sahen Hales, der Botaniker Duhamel und John Hunter in der Funktion der Wachstumsfugen die Ursache des Längenwachstums von Röhrenknochen. Hunter konnte das im Tierexperiment nachweisen, als zwei von ihm in die Diaphyse eingeschlagene Metallstifte beim Wachstum des Knochens ihren gegenseitigen Abstand unverändert beibehielten (7). Heute ist diese Funktion, nämlich daß die Epiphysenfuge allein für das Längenwachstum des Knochens verantwortlich ist, weitgehend bekannt.

Epiphysen- und epiphysennahe Frakturen des distalen Unterarms stehen nach Verletzungen des Gesichts und anderen Knochenbrüchen (subperiostale Radiusfraktur, der Claviculafraktur und suprakondylärer Humerusfraktur) an dritter Stelle der typischen Unfälle im Kindesalter (11). Die Problematik dieser Verletzungen unterscheidet sich grundlegend von der bei gelenknahen Frakturen im Erwachsenenalter, da beim ausgereifen Skelett die Epiphysenfugen verschlossen sind und von der Epiphyse keine Beeinflussung des Heilungsprozesses zu erwarten ist, während beim kindlichen Skelett Knochenbrüche in Epiphysennähe gewisse Komplikationen hinsichtlich des weiteren Knochenwachstums verursachen können.

Über die Art dieser Komplikationen soll diese Arbeit einige spezielle Erkenntnisse darlegen, und zwar innerhalb eines Teilbereiches des angesprochenen Komplexes: den Spätschäden nach Epiphysen- und epiphysennahen Verletzungen am kindlichen Unterarm.

Besonderheiten von Frakturen und ihren Folgen im Kindesalter

Zwischen Frakturen und Frakturenfolgen bei Kindern und Erwachsenen bestehen folgende Unterschiede:

- Kindliche Knochenbrüche heilen generell schneller als vergleichbare Brüche im Erwachsenenalter.
- Nach Schaftbrüchen reagieren die benachbarten Wachstumsfugen mit überschießendem Längenwachstum.
- Bei Verletzungen von Epiphysenfugen ist das weitere Wachstum, je nach Verletzungstyp, mehr oder weniger gefährdet.
- Primäre Achsenabweichungen nach Schaftbrüchen und Epiphysenlösungen werden in erstaunlichem Ausmaß beim Kind spontan korrigiert. Torsionsfehler dagegen bleiben auch im Kindesalter bestehen.
- Eine längere Immobilisation führt beim Kind zu einer geringeren Atrophie von Weichteilen und Knochengewebe wie auch zu weniger stark ausgeprägten Gelenkversteifungen als beim Erwachsenen.
(3, 16, 22, 30, 31, 32)

Die Besonderheiten des wachsenden Skeletts bedingen ganz spezifische Spätfolgen kindlicher Frakturen, die Ch. Brunner in fünf Hauptgruppen unterteilt hat:

- Primäre Achsenknickungen und Rotationsfehler, welche schon nach erfolgter Frakturheilung vorhanden sind.
- Sekundäre Achsenfehler als Folge eines gestörten Epiphysenwachstums.

- Längendifferenzen als Folge von überschießendem oder vermindertem Längenwachstum.
- Aseptische Epiphysennekrosen als Folge einer geschädigten Blutzirkulation.
- Sogenanntes "funktionelles" Fehlwachstum, ohne daß durch den Unfall die Wachstumszonen geschädigt wurden.

1.1.1. Anatomie und Physiologie der Epiphysenfuge

Während das Dickenwachstum des Röhrenknochens durch Apposition als Funktion der Chondrozyten des Perichondralringes sowie durch Resorption an der der Markhöhle zugewandten Innenfläche der Schaftkortikalis zustande kommt, findet das Längenwachstum allein in der Epiphysenfuge als interstitielles Wachstum durch Zellproliferation mit Entwicklung der Matrix statt (28).

Epiphysenwärts wird die Wachstumsfuge durch eine Abschlußplatte begrenzt, welche die für die Ernährung der germinativen Zellen unerläßlichen arteriellen Gefäße durchläßt. Auf der Gegenseite befindet sich dichte, gut durchblutete Spongiosa.

Die Wachstumsfuge selbst wird in vier Zonen eingeteilt:

An die epiphysäre Abschlußplatte angrenzend liegen die germinativen oder Ursprungszellen der Knorpelsäulen. Diese Zellen vermehren sich in Richtung des Druckes. Die so gebildeten isotonischen Knorpelsäulen sind stets parallel zu den einwirkenden Druckkräften ausgerichtet. Zwischen diesen Säulen liegt die hauptsächlich aus Kollagen und Mucopolysacchariden bestehende Knorpelgrundsubstanz.

Germinative und Säulenknorpelzellen bilden zusammen den Wachstumsbereich der Epiphysenfuge. Sobald die Knorpelzellen eine gewisse Größe erreicht haben, beginnt die Grundsubstanz unter Einwirkung von Vitamin D zu verkalken. Gleichzeitig werden in den jetzt blasigen Knorpelzellen die mit Glykogen gefüllten Vacuolen immer größer. Diese Zellvergrößerung führt zusammen mit der Veränderung der ursprünglichen Rasterstruktur der Grundsubstanz in diesem Mineralisationsbereich zu einem Locus minoris resistentiae.

In die Säulen der degenerierten Knorpelzellen dringen nun von der Metaphyse her Gefäßsprossen zusammen mit Chondroclasten ein und resorbieren die Knorpelzellen. Unmittelbar hinter den Chondroclasten sind die Gefäße von Osteoblasten umgeben, so daß im leerwerdenden Raum sofort Osteoid abgelagert werden kann, welches mineralisiert.

Im weiteren Umbau wird die verbleibende Knorpelgrundsubstanz mehr und mehr von Chondroclasten abgebaut und durch Faserknorpel ersetzt. Dieser wiederum baut sich unter Einfluß der wirkenden Zug- und Druckkräfte in lamellären Knochen um.

Die beschriebene vertikale Struktur der Epiphysenfuge ist ringsum durch den Periepiphysenring begrenzt, welcher der Fuge die Möglichkeit des Breitenwachstums gibt (19, 28).

Die Blutzufuhr erfolgt über drei Systeme:

- das epiphyseale, das die Epiphyse und über diese die profilierenden Zellen versorgt,
- das metaphysäre, das vom Mark aus die enchondrale Ossifikationsschicht erreicht,
- das perichondrale System (28).

1.1.2. Pathophysiologie der Epiphysenfuge

An der Wachstumsfuge sind folgende Arten von Frakturen denkbar:

- Die sogenannte "Lösung" findet im Bereich des Locus minoris resistentiae am Übergang der nicht mineralisierten und mineralisierten Matrix statt (Lyse).
- Die Bruchlinie kann aber auch von der z.T. gelösten Fuge aus metaphysenwärts auslaufen und so einen metaphysären Keil bilden, der mit der Epiphyse selbst durch die in diesem Bereich intakte Epiphysenfuge verbunden bleibt (metaphyseal-epiphysär).
- Die Fraktur kann des weiteren epiphysär beginnen und dann die Wachstumsfuge durchkreuzen. Der Bruch geht dann bis zur Mineralisationszone oder aber in derselben Richtung weiter durch die ganze Fuge und trennt zusätzlich einen Teil der Metaphyse ab.
- Die germinativen Zellen der Wachstumsfuge werden durch Kompression zerstört.
- Der periepiphysäre Ring wird verletzt, z.B. bei Ausriß eines Ligamentansatzes.

1.1.3. Heilungsbedingungen

- Bei einer einfachen Lösung wächst die Knorpelsäule weiter. Nach kurzer Zeit wird die vorerst fibröse Fixation von der Metaphyse her durchgebaut. Mineralisation der Knorpelmatrix, Knorpelinvasion und Ossifikation laufen dann normal ab: der Wachstumsprozeß bleibt unbeeinflusst.

- Ebenso verhält es sich, wenn die Frakturlinie metaphysär ausläuft.
- Anders sind die Heilungsbedingungen, wenn die epiphysäre Frakturlinie die generative Zone der Fuge durchkreuzt. Bleibt eine mikroskopisch exakte Reposition aus, so füllt sich der verbleibende Spalt mit Bindegewebe, das dann zu einer knöchernen Brücke zwischen Epiphyse und Metaphyse führt. Ungünstigenfalls kommt es dann mit dem Weiterwachsen des gesunden Fugenabschnittes entweder zu einem ungleichen oder aber exzentrischen Wachstum.
- Da der Wachstumsbereich des Fugenanteils auf Druck bedeutend weniger resistent ist als epiphysäre und metaphysäre Spongiosa, hat eine Zerstörung der generativen Zellen unter Umständen einen mehr oder weniger ausgedehnten Fugenverschluß mit Wachstumsstillstand, Wachstumsverzögerung oder auch exzentrischem Wachstum zur Folge.
- Nach Läsion des periepiphysären Ringes kann eine seitliche Teilossifikation der Fuge erfolgen, aus der dann des ungestörten Wachstums des noch gesunden Fugenanteils wegen eine entsprechende Achsenabweichung resultiert (19).

1.1.4. Einteilung der Epiphysenfugenverletzungen

Die Klassifizierung der Epiphysenfugenverletzungen nach Aitken unterscheidet folgende Typen:

- Lockerung der Fuge
- Lyse der Fuge mit grober Dislokalisierung
- partielle Lyse mit einem der Epiphyse anhaftenden metaphysären Fragment, Typ Aitken I

- partielle Lyse mit Fraktur der Epiphysenfuge unter Durchkreuzung des Stratum germinativum, Typ Aitken II
- mehr oder weniger sagittale Fraktur von der Metaphyse bis zur Epiphyse unter Durchkreuzung des Stratum germinativum, Typ Aitken III.

Von M.E. Müller und R. Ganz wird diese Einteilung um folgende Verletzungstypen erweitert:

- Zerstörung der germinativen Zellen der Wachstumsfuge durch Kompression, Typ V nach Müller
- Verletzung des periepiphysären Ringes z.B. bei Ausriß eines Ligamentansatzes, Typ VI nach Müller.

1.1.5. Prognose der Epiphysenfugenverletzungen

Die Prognose bei Epiphysenfugenlösungen mit grober Dislokation, wobei das Stratum germinativum nicht verletzt ist, richtet sich nach dem Skelettalter:

- Bei Epiphysenlösungen als Geburtstrauma oder im frühen Kindesalter bleibt das Wachstum ungestört, weil die Fuge noch ihre volle Wachstumspotenz besitzt. Ungenaue primäre Repositionen mit primärem Achsenfehler sind später dank spontaner Korrektur im Sinne von Pauwels meist nicht mehr zu erkennen (3, 28, 29, 31).
- Bei Lysen in der Nähe des Wachstumsabschlusses ist die Wachstumspotenz nahezu erschöpft. Die posttraumatische Hyperämie beschleunigt deren endgültige Reifung, die Fuge verknöchert, das Wachstum hört auf. Ein primärer Achsenfehler könnte sich spontan nicht mehr korrigieren.

- Auch bei epiphysennahen Schaftfrakturen kurz vor Abschluß der Skelettreife bewirkt die kollaterale Hyperämie eine Reifung der Fuge und damit einen verfrühten Fugenschluß. Beim Jugendlichen nach der Skelettreife ist daher eine anatomisch exakte Reposition anzustreben, während beim kleineren Kinde geringe Achsenfehler eher toleriert werden dürfen (31).

Die Prognose bei einer Epiphysenschädigung ist abhängig

- von der Art des Traumas
- von der Schwere der Epiphysenverletzung und
- von dem noch zu erwartenden Wachstum der Fuge (28).

Die Differenzierung zwischen Gleitbruch und Stauchungsbruch ist entscheidend:

bei ersterem entsteht die Fraktur an der Grenze zwischen Epiphysenknorpel und Metaphyse durch Schub- und Scherkräfte, wobei die Fragmente meist erheblich disloziert werden;

bei letzterem kommt es durch die Einwirkung von Druckkraft zur Fraktur in oder durch die Fuge mit nur geringer oder fehlender Dislokation oder Bruchstücke.

Der Epiphysenschaden ist im ersten Fall nur gering, im zweiten dagegen erheblich und fast immer mit einem darauffolgenden vorzeitigen Epiphysenschluß verbunden. Für die Prognose relevant sind also Größe und Richtung der die Verletzung verursachenden Kräfte, während das Ausmaß der Dislokation für das weitere Wachstum nicht ausschlaggebend ist (15, 28).

Mit erhöhtem Verletzungsgrad ist eine steigende Anzahl von Wachstumsstörungen zu erwarten (28). Die einzelnen Frakturtypen haben folgende Prognosen:

- Reine Lyse

Die Prognose ist gut, da die Fuge selbst nicht verletzt ist. Spätfolgen sind sehr selten. (6, 22, 29).

- Typ Aitken I

Trotz möglicher beträchtlicher Dislokation ist auch hier die Fugenschädigung selbst gering, zumal die epiphyseale Gefäßversorgung meist nicht in Mitleidenschaft gezogen wird. Nach exakter Reposition - besonders kurz vor Wachstumsschluß - ist die Prognose günstig. Achsenfehler können u.U. bestehen bleiben (7, 22, 29).

- Aitken II und III

Die Prognose bezüglich eines ungestörten Weiterwachsens ist von vornherein ungünstig, da die Frakturlinie in jedem Fall das empfindliche Stratum germinativum durchkreuzt (7, 22, 29).

- Crush-Verletzungen

Bei der stauchenden Verletzung der Epiphysenfuge kommt es ebenfalls immer zu Wachstumsstörungen. Tückisch ist hier die optische Harmlosigkeit der Verletzung auf dem Röntgenbild. Dieser Frakturtyp ist allerdings äußerst selten (22, 29).

Vermehrtes und vermindertes Längenwachstum:

Die möglichen Reaktionen der Wachstumsfuge auf eine direkte oder indirekte Traumatisierung sind entweder vermehrtes oder vermindertes Wachstum bzw. völliger Wachstumsstop.

Das vermehrte Wachstum wird durch Hyperämie her-

vorgerufen. Diese wird ausgelöst durch Verletzungen bzw. Frakturen im Schaft- und Metaphysen- bzw. Epiphysenbereich. Vorausgesetzt, daß das Stratum germinativum intakt geblieben ist, wird das Ausmaß des vermehrten Wachstums umso größer sein, je jünger das Kind, je ausgedehnter die Frakturzone, je größer die Callusmasse ist und je häufiger nachreponiert wurde. Die Hyperämie kann die eigentliche Frakturheilung überdauern.

Die Verlangsamung des Längenwachstums wird durch Ischämie oder trophische Störungen hervorgerufen. Traumata führen im allgemeinen nicht zu einer Bremsung des Längenwachstums, sondern entweder zu einer Beschleunigung oder zu einem vollständigen Stop, der die Fuge teilweise oder ganz betreffen kann (28).

Aus den Wachstumsgesetzen des Knochens, wie sie von Pauwels und Roux definiert wurden, lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

- Konkavseitiger Knochenanbau und konvexseitiger -abbau unter dem Einfluß von Muskelzug (besonders an der oberen Extremität) und statischem Belastungsdruck (vornehmlich untere Gliedmaßen) führen zu allmählicher Begradigung einer Kurvationsfehlstellung.
- Ungleiche Druckbelastung einer (nicht geschädigten) Epiphysenfuge bewirkt vermehrtes Wachstum auf der stärker belasteten Seite, bis sie sich senkrecht auf die einwirkende Kraft eingestellt hat - auch das führt zur Begradigung einer Kurvation.

Bei epiphysennahen Frakturen können aber - sowohl durch einseitige Hemmung als auch einseitige Stimulation - sekundäre Achsenfehler

bei primär achsengerechter Reposition entstehen. Kurz vor Wachstumsabschluß sind vorzeitige Reifung und Verschluß der Fuge wahrscheinlicher als Mehrwachstum. Epiphysäre Verletzungen des Wachstumsalters - sowohl traumatische Epiphyseolysen als auch kombinierte Lysefrakturen - bieten das größte Risiko progredienter Achsenfehler und daraus resultierender schwerer Störungen der Gelenkmechanik (32).

- Die geschädigte Epiphysenfuge ist vulnerabler und neigt bereits unter normalem oder leichtem Belastungsdruck eher zu Wachstumsstillstand oder Verknöcherung als zu 'korrigierendem' Mehrwachstum.
- Rotationsfehlstellungen stehen nicht unter den statischen und dynamischen Korrektoreinflüssen und gleichen sich niemals - außer im Bereich des Schenkelhalses-spontan aus.
- Je näher kindliche Frakturen an der Wachstums-scheibe liegen, desto stärker ist der stimulierende Einfluß auf das benachbarte Epiphysenwachstum durch kollaterale Hyperämie.

1.2. Zielsetzung der Arbeit

Der vorliegenden Arbeit lag die Aufgabe zugrunde, Radius- und Ulnaepiphysenfrakturen sowie epiphysennahe Frakturen am distalen Unterarm, die in Fehlstellung fixiert worden waren, ihre Häufigkeit und Geschlechtsverteilung, Unfallmechanismen, posttraumatische Symptomatik und Therapie zu untersuchen.

Mögliche Spätfolgen der genannten Frakturen, wie Bewegungseinschränkung, subj. Beschwerden, Längenänderungen, Achsenabweichungen, Differenzen des HA-Gehaltes zwischen verletzten und unverletzten Extremitäten sollten durch Nachuntersuchungen ermittelt und entsprechend den verursachenden Faktoren Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung aufgezeigt werden.

2. Eigene Untersuchungen

2.1. Krankengut

Das für die vorliegende Arbeit zur Verfügung stehende Krankengut der Jahre 1959 - 1974 umfaßt 91 Patienten mit distalen Unterarmfrakturen. 65 dieser Patienten hatten sich eine Epiphysenfraktur, 26 eine distale Unterarmfraktur, die in achsenabweichender Stellung fixiert wurde, zugezogen.

2.1.1. Frakturarten, Häufigkeit und Lokalisation

Die 65 Epiphysenfrakturen setzten sich zusammen aus 6 Epiphysenlösungen ohne Dislokation, 3 Epiphysenlösungen mit Dislokation, 55 Epiphysenfrakturen vom Typ Aitken I und eine Epiphysenfraktur vom Typ Aitken II (vgl. Tab. 1).

	Radius	Ulna	Radius + Ulna
Epiphysenlösung ohne Dislokation	6	-	-
Epiphysenlösung mit Dislokation	2	1	-
Aitken I	52	-	3
Aitken II	-	-	1
Aitken III	-	-	-
Gesamt	60	1	4

Tab. 1 Lokalisation und Art epiphysärer Verletzungen
im Krankengut der Jahre 1959 - 1974
n = 65

Unter den 26 distalen Unterarmfrakturen fanden sich 21 mit Fehlstellung bzw. röntgenologischer Achsenabweichung, 4 mit röntgenologischer Dislokation des Bruchstückes nach Gipsabnahme und eine Absprengung am distalen Radiusende. (vgl. Tab. 2)

	Radius + Ulna	Radius	Ulna
röntgenolog. Achsenabweichung nach Gipsabnahme	21	-	-
Dislokation des Bruchstückes	4	-	-
Absprengung des dist. Knochenendes	-	1	-
Gesamt	26	1	-

Tab. 2 Lokalisation und Art distaler Unterarmfrakturen im Krankengut der Jahre 1959 - 1974
n = 26

2.1.2. Zeitpunkt der Frakturen

Der Zeitpunkt der Frakturen verteilt sich auf die Jahre 1959 - 1974. Die zeitliche Distanz zwischen Nachbehandlung und Unfall umfaßt also mindestens ein, höchstens 16 Jahre. (vgl.

Tab. 3)

19 ..	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Anzahl der Frakturen	4	9	11	4	5	6	6	-	6	3	1	7	7	8	7	7

Tab. 3 Häufigkeit dist. Unterarm- und Epiphysenfrakturen in den
Jahren 1959 bis 1974
n = 91

2.1.3. Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Fraktur

Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Fraktur zwischen einem und 14 Jahren alt. (vgl. Tab. 4)

Alter (Jahre)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	ges.
Anzahl der Epiph. frakt.	1	1	2	2	1	1	5	4	12	7	11	7	9	2	65
Anzahl der dist. Unter- armfrakt.	-	-	-	2	2	4	5	2	1	1	1	3	3	2	26

Tab. 4 Alter der Patienten mit Epiphysenfrakturen
n = 65
und der Patienten mit distalen Unterarmfrakturen
n = 26
zum Zeitpunkt des Unfalles

2.1.3. Geschlecht der Patienten

Das Verhältnis Jungen zu Mädchen beträgt bei den Epiphysenfrakturen 1 : 1, bei den distalen Unterarmfrakturen 2 : 1. (vgl. Tab. 5)

Geschlecht	männlich	weiblich	ges.
Anzahl der Epiphysenfraktur	33	32	65
Anzahl der dist. Unterarmfraktur	18	8	26

Tab. 5 Häufigkeit von Epiphysen- (n = 65)
 und
 distalen Unterarmfrakturen (n = 26)
 bei Jungen und Mädchen

2.1.5. Unfallmechanismus

In 83 Fällen wurde die Fraktur durch ein indirektes und nur in 6 Fällen durch ein direktes Trauma verursacht (vgl. Tab. 6).

	Epiphysen- fraktur	dist. UA-Fraktur
direktes Trauma	5	1
indirektes Trauma	58	25
Trauma unbekannt	2	-
Gesamt	65	26

Tab. 6 Unfallmechanismus, der den Epiphysenfrakturen (n = 65) und distalen Unterarmfrakturen (n = 26) zugrunde lag

Die indirekten Traumen bestanden bei 71 in einem Sturz auf die ausgestreckte Hand; 7 Patienten hatten sich ihre Fraktur durch einen Sturz auf den Handrücken, 5 durch einen Sturz schräg auf die Hand zugezogen (vgl. Tab. 7).

	Epiphysen- fraktur	dist. UA-Fraktur
Sturz auf die ausgestreckte Hand	48	23
Sturz auf den Handrücken	6	1
Sturz schräg auf die Hand	4	1
Gesamt	58	25

Tab. 7 Unfallmechanismus indirekter Traumen
bei Epiphysenfrakturen (n = 58) und
distalen Unterarmfrakturen (n = 25)

Die Angaben von den Patienten bzw. deren Angehörigen zum Unfallmechanismus waren zu ungenau, um eine Aufteilung in Gleit- und Stauchungsbrüche zu ermöglichen. Aufgrund der Röntgenbilder handelte es sich jedoch in allen Fällen um Gleitbrüche, lediglich der Fraktur Aitken II lag möglicherweise eine Stauchung zugrunde.

2.1.6. Posttraumatische Symptomatik

In der Regel waren Schmerzen (bei 64 Patienten) und Schwellung (bei 63 Patienten) des betroffenen Armes nach dem Unfall die Ursache, die die Kinder dazu veranlaßte, einen Arzt aufzusuchen. Bei 27 Patienten war die Beweglichkeit des verletzten Armes eingeschränkt, bei 23 Patienten lag eine deutlich erkennbare Fehlstellung vor. Ein sichtbares Hämatom hatte sich nur bei 4 Kindern ausgebildet; in einem Fall war die Verletzung vom Patienten nicht bemerkt worden (vgl. Tab. 8).

	Epiphysen- fraktur	dist. UA-Fraktur
Schmerzen	47	17
Schwellung	46	17
Schmerzen + Schwellung	38	13
Beweglichkeit eingeschränkt	20	7
Fehlstellung	13	10
Hämatom	3	1
Fraktur nicht bemerkt	1	-

Tab. 8

Indirekte "Frakturzeichen"

(Die Zahlen geben an, wieviele Kinder die entsprechenden Beschwerden hatten. Da in der Regel mehrere Symptome gleichzeitig vorhanden waren, ist die Häufigkeit der Beschwerden höher als die Gesamtzahl der Frakturen)

2.1.7. Therapie

Die Epiphysenfrakturen wurden alle - bis auf 2 Ausnahmen - konservativ versorgt. Bei 35 Patienten wurden die Frakturenden in allgemeiner Narkose richtiggestellt, bei zwei Kindern mußte wiederholt reponiert werden, da das erste Ergebnis nicht zufriedenstellend ausgefallen war. Nur 2 Epiphysenfrakturen wurden operativ behandelt, und zwar wurde jeweils eine Fixation mit Kirschnerdrähten durchgeführt.

Die Ruhigstellung erfolgte bei 43 Epiphysenfrakturen durch eine dorsale Unterarm-, bei 22 durch eine dorsale Oberarmgipsschiene mit zirkulärem Gips (vgl. Tab. 9).

	Anzahl der Epiphysenfrakturen
Reposition ohne Narkose	24
Reposition in Narkose	35
wiederholte Reposition	4
Fixation mit Kirschnerdrähten	2
Gesamt	65
dorsale Unterarmgipsschiene	43
dorsale Oberarmgipsschiene	22
Gesamt	65

Tab. 9 Therapie bei Epiphysenfrakturen
(n = 65)

Eine Reposition in Narkose war bei den distalen Unterarmfrakturen nur bei 12 der verletzten Kinder notwendig, bei 5 Kindern mußten wiederholte Repositionen durchgeführt werden. Eine operative Versorgung - bei den distalen Unterarmfrakturen durch Bohrdrahtfixation - erfolgte ebenfalls nur bei 2 Patienten. Der verletzte Arm wurde - wie bereits bei den Epiphysenfrakturen erwähnt - mit Hilfe einer dorsalen Unterarm- (bei 16 Patienten) oder einer dorsalen Oberarmgipsschiene (bei 10 Patienten) mit zirkulärem Gips ruhiggestellt (vgl. Tab. 10).

	Anzahl der dist. Unterarmfrakturen
Repositionen ohne Narkose	7
Repositionen in Narkose	12
wiederholte Repositionen	5
Bohrdrahtfixation	2
Gesamt	26
dorsale Unterarmgipsschiene	16
dorsale Oberarmgipsschiene	10
Gesamt	26

Tab. 10 Therapie bei distalen Unterarmfrakturen

2.2. Nachuntersuchtes Krankengut

Aus dem Krankengut der Jahre 1959 - 1974, das insgesamt 91 Epiphysen- und distale Unterarmfrakturen umfaßte, konnten 55 Patienten nachuntersucht werden.

2.2.1. Frakturarten, Häufigkeit und Lokalisation

Bei diesen Patienten lagen folgende Frakturtypen vor:

Unter 35 Epiphysenfrakturen fanden sich 2 Epiphysenlösungen ohne, 1 mit Dislokation, 31 Epiphysenfrakturen Typ Aitken I und 1 Epiphysenfraktur Typ Aitken II (vgl. Tab. 11).

	Radius	Ulna	Radius + Ulna
Epiphysenlösung ohne Dislokation	2	-	-
Epiphysenlösung mit Dislokation	-	1	-
Aitken I	29	-	2
Aitken II	-	-	1
Aitken III	-	-	-
Gesamt	31	1	3

Tab. 11

Lokalisation und Art epiphysärer Verletzungen im nachuntersuchten Krankengut (n = 35)

Bei den 20 nachuntersuchten distalen Unterarmfrakturen zeigten sich in 16 Fällen Fehlstellungen bzw. röntgenologische Achsenabweichungen und in 3 Fällen röntgenologische Dislokation des Bruchstückes nach Abnahme des Gipses. In einem Fall handelte es sich um eine Absprengung am distalen Radiusende (vgl. Tab. 12).

	Radius + Ulna	Radius	Ulna
Röntg. Achsenabweichung	16	-	-
Röntg. Dislok. des Fragmentes	3	-	-
Absprengung d. dist. Knochenendes	-	1	-
Gesamt	19	1	-

Tab. 12 Lokalisation und Art distaler Unterarmfrakturen im nachuntersuchten Krankengut (n = 20)

2.2.2. Zeitpunkt der nachuntersuchten Frakturen

Zwei Drittel der nachuntersuchten Patienten hatten sich ihre Verletzungen zwischen 1967 und 1974 zugezogen, während sich dagegen im gesamten Krankengut die Anzahl der Frakturen zur Hälfte auf die Jahre 1959 bis 1967 und zur anderen Hälfte auf 1967 bis 1974 verteilt (vgl. Tab. 13).

19 ..	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Anzahl der Frakturen	1	6	5	-	3	3	4	-	4	2	1	4	6	5	7	4

Tab. 13 Verteilung nachuntersuchter Frakturen zwischen 1959 und 1974
n = 55

2.2.3. Alter zum Zeitpunkt der Fraktur

Das Alter der nachuntersuchten Patienten lag zum Zeitpunkt des Bruches bei 3 bis 14 Jahren. Die Kinder hatten sich die Epiphysenbrüche hauptsächlich im Schulalter - zwischen 7 und 13 - zugezogen, während sich die distalen Unterarmfrakturen etwas gleichmäßiger auf die einzelnen Altersstufen verteilten.
(vgl. Tab. 14)

Alter (Jahre)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	gesamt
Epiph.- fraktur	1	1	-	-	2	2	3	6	5	5	4	1	35
distale UA-Frak- tur	-	1	1	4	4	2	-	1	-	2	3	2	20

Tab. 14 Alter nachuntersuchter Patienten mit Epiphysenfrakturen (n = 35) und distalen Unterarmfrakturen (n = 20) zum Zeitpunkt des Unfalles

2.2.4. Geschlecht

Das Verhältnis Jungen zu Mädchen beträgt bei den nachuntersuchten Epiphysenfrakturen 1 : 1, bei den nachuntersuchten distalen Unterarmfrakturen 2 : 1. Die Geschlechtsverteilung ist also dieselbe wie im gesamten Krankengut.

Geschlecht	männlich n = 31	weiblich n = 24	ges.
Epiphysenfrakturen	18	17	35
distale Unterarmfrakturen	13	7	20

Tab. 15 Verteilung von Epiphysen- und dist. Unterarmfrakturen auf Jungen und Mädchen im nachuntersuchten Krankengut
Epiphysenfrakturen n = 35
dist. Unterarmfrakturen n = 20

2.2.5. Unfallmechanismus

Soweit eruierbar, lagen den Frakturen im nachuntersuchten Krankengut folgende Unfallmechanismen zugrunde (vgl. Tab. 16):

2.2.5.1. Epiphysenfrakturen:

- a) Während eines Sturzes (vom Baum, vom Tisch, aus dem Bett, vom Reck, von der Schaukel, beim Roller- oder Fahrradfahren, durch Stolpern oder Ausrutschen usw.) hatten 21 Kinder versucht, sich mit dem Arm abzustützen.
- b) 6 Patienten waren auf den Handrücken gefallen, (Sturz vom Baum, vom Barren, von der Sprossenwand, von der Schaukel, vom Fahrrad).
- c) 2 Kinder waren aus circa 2 m Höhe schräg auf den Arm gefallen.
- d) 2 Kinder waren innerhalb kurzer Zeit zweimal auf den gleichen Arm gestürzt.
- e) 1 Kind hatte sich bei einer Rutschbahn das Handgelenk eingeklemmt. 1 Kind war mit dem Schlitten gegen eine Mauer gefahren und hatte sich die Hand vor den Körper gehalten.
- f) 1 Kind war mit dem Fahrrad mit einem anderen zusammengestoßen, hingefallen und hatte versucht, sich mit der Hand abzustützen. Das andere Kind war mit seinem Fahrrad auf das erste gefallen, wobei seine Lenkstange auf dessen Handgelenk geprallt war.

- g) Beim Spielen war ein anderes Kind der Patientin auf den Arm gefallen bzw. gesprungen.

In 31 Fällen handelte es sich also um ein indirektes Trauma (a - d). Nur in 4 Fällen war ein direktes Trauma Ursache der Fraktur (e - g).

2.2.5.2. Distale Unterarmfrakturen

- a) Bei 17 Kindern hat auch hier der Versuch, sich während des Sturzes mit dem Arm abzustützen, die Fraktur verursacht. 13 Kinder waren von einer Höhe zwischen 60 cm und 5 m (von der Rutschbahn, von der Turnstange, vom Baum, aus dem Fenster usw.) gestürzt, zwei gestolpert, eins war beim Spiel ausgerutscht und eins vom Fahrrad gefallen.
- b) Ein Kind war auf den Handrücken,
- c) ein Kind seitlich, d.h. auf die Ulnarseite des Armes gestürzt.
- d) Bei einem Bruch lag eine Refraktur vor: das Kind war - nach einer Radiusfraktur beidseits 6 Wochen vorher - über eine Wurzel gestolpert, hatte sich mit dem rechten Arm abgestützt und dabei erneut den Unterarm gebrochen.

Bei den distalen Unterarmfrakturen waren also nur indirekte Traumen für die Verletzung verantwortlich. Die Frakturen waren fast alle durch

einen Sturz aus einer Höhe zwischen 60 cm und 5 m auf den Unterarm entstanden.

	Epiphysenfrakt.	dist. UA-Fraktur
indirektes Trauma	31	20
direktes Trauma	4	-
Gesamt	35	20

Tab. 16 Unfallmechanismus bei 35 Epiphysenfrakturen und 20 distalen Unterarmfrakturen

2.2.6. Posttraumatische Symptomatik (vgl. Tab. 12)

Folgende Symptome waren bei den Kindern nach dem Unfall aufgetreten:

2.2.6.1. bei den Epiphysenfrakturen:

30 Kinder gaben an, daß der Arm nach dem Unfall mäßig bis stark schmerzhaft war; bei 26 Kindern war eine deutliche Schwellung aufgetreten; Schwellung und Schmerzen hatten 24 Kinder; 8 waren der Meinung, daß ihr Arm nach der Fraktur eine abnorme Stellung hatte, sei es, daß

er schräg stand, daß ein Knochen vorstand usw. Vom Arzt wurde bei der Beschreibung des verletzten Armes dreimal eine Bajonettstellung, zweimal eine Fourchettstellung angegeben. Da in 14 Fällen die Beweglichkeit des verletzten Armes erheblich eingeschränkt war und jede Bewegung Schmerzen verursachte, hatten die Kinder den Arm in einer Schonhaltung belassen. Ein sichtbares Hämatom über der Frakturstelle war bei 2 Kindern entstanden. Ein taubstummes Mädchen hatte nach der Verletzung keinerlei Schmerzen angegeben, so daß der Bruch der Mutter erst einige Tage später auffiel.

2.2.6.2. bei den distalen Unterarmfrakturen:

16 Kinder hatten mäßige bis starke Schmerzen; bei 15 Kindern war der Arm leicht bis stark angeschwollen; bei 12 Kindern war der Arm geschwollen und schmerzhaft; 6 Kinder bemerkten eine abnorme Haltung ihres Armes, wobei vom behandelnden Arzt dreimal eine Bajonett- und einmal eine Furcastellung beschrieben wurde. Nach 6 Verletzungen war die Beweglichkeit eingeschränkt, bzw. die Kinder hatten eine Schonhaltung eingenommen. Nur bei einem Kind wurde ein Hämatom über der Bruchstelle bemerkt. In einem Fall fiel die Fraktur erst nach 10 Tagen auf, weil der Arm völlig kraftlos war.

	Epiphysen- fraktur n = 35	dist. Unter- armfraktur n = 20
Schmerzen	30	16
Schwellung	26	15
Schmerzen + Schwellung	24	12
Beweglichkeit eingeschränkt	14	6
Fehlstellung	8	6
Hämatom	2	1
Fraktur nicht bzw. nach Tagen bemerkt	1	1

Tab. 17 Indirekte "Frakturzeichen"
(Die Zahlen geben an, wieviele Kinder die entsprechenden Beschwerden hatten. Da in der Regel mehrere Symptome gleichzeitig vorhanden waren, ist die Häufigkeit der Beschwerden höher als die Gesamtzahl der Frakturen)

2.2.7. Therapie

16 Epiphysenfrakturen wurden in Allgemeinnarkose reponiert. Bei je 2 Kindern mußte zwei- bzw. dreimal reponiert werden. Weitere 2 Kinder wurden operativ - durch Fixation mit Kirschnerdrähten - behandelt: eine Radius- und

Ulnafraktur Typ Aitken I und die Radius- und Ulnafraktur Typ Aitken II nach drei erfolglosen Repositionsversuchen; die letztgenannte Operation war allerdings wenig zufriedenstellend durchgeführt worden.

24 Frakturen wurden mit Hilfe einer dorsalen Unterarm-, 11 mit einer dorsalen Oberarmgips-schiene und zirkulärem Gips ruhiggestellt.

Von den distalen Unterarmfrakturen wurden 8 in Allgemeinnarkose eingerichtet. Bei 4 Kindern mußte nach einiger Zeit erneut reponiert bzw. refrakturiert werden, weil die Stellung der Fragmente unbefriedigend war. Bei einem dieser Kinder mußte der Arm 38 Tage nach dem Unfall refrakturiert, reponiert und mit Bohrdraht fixiert werden. Dieser Patient ist der einzige nachuntersuchte, bei dem eine distale Unterarmfraktur operativ versorgt worden war.

Zur Ruhigstellung der verletzten Extremität wurden in 12 Fällen eine dorsale Unterarm-, in 8 Fällen eine dorsale Oberarmgipsschiene mit zirkulärem Gips angelegt (vgl. Tab. 18).

	Epiphysen- fraktur	dist. UA- Fraktur
Reposition ohne Narkose	19	12
Reposition in Narkose	16	8
Gesamt	35	20
wiederholte Repositionen	4	4
Kirschnerdrahtfixation	2	-
Bohrdrahtfixation	-	1
dorsale UA-Gipsschiene	24	12
dorsale OA-Gipsschiene	11	8
Gesamt	35	20

Tab. 18 Therapie der Epiphysen- (n = 35) und distalen Unterarmfrakturen (n = 20) im nachuntersuchten Krankengut

2.2.8. Nachbehandlung

Eine weitere Therapie des Armes nach Gipsabnahme wurde nur in 4 Fällen durchgeführt: 2 Kinder mit distalen Unterarmfrakturen waren einige Wochen bei einer Krankengymnastin in Behandlung; bei einem Kind mit Epiphysenfraktur gab der Hausarzt 10 Bestrahlungen; ein Kind mit distaler Unterarmfraktur erhielt Bestrahlungen und Massagen.

7 Kinder führten nach Gipsabnahme selbständig Bewegungsübungen durch, zwei davon gingen sehr viel zum Schwimmen, um die volle Beweglichkeit des Armes wieder zurückzugewinnen.

2.3. Untersuchungsmethodik

Um die funktionellen, anatomischen und physiologischen Veränderungen an dem von der Fraktur betroffenen Arm ermitteln zu können, wurden folgende Untersuchungen beider Arme durchgeführt:

- Prüfung der Beweglichkeit der Handgelenke
- Röntgenaufnahme der Unterarme
- Bestimmung des Hydroxyl-Apatit-Gehaltes

2.3.1. Funktionsprüfung des Handgelenks

Nach Debrunner (5) wurde die Funktion des Handgelenks überprüft. Während die Patienten die folgenden Bewegungen durchführten, wurde der Winkel zwischen Handachse und verlängerter Unterarmachse gemessen:

- Palmarflexion
- Dorsalextension
- Radialabduktion
- Ulnarabduktion

Außerdem wurden Supination und Pronation beider Arme verglichen.

Winkelunterschiede, die weniger als 10° betragen, wurden vernachlässigt. Eingeschränkte Beweglichkeit wurde durch ein Minuszeichen (-), bessere Beweglichkeit durch ein Pluszeichen (+) gekennzeichnet.

2.3.2. Röntgenologisch faßbare Veränderungen

Bei der Nachuntersuchung wurden von 53 Kindern Röntgenaufnahmen beider Arme angefertigt (Die Eltern von 2 Kindern haben ihre Genehmigung zum Röntgen verweigert; bei diesen Kindern wurden die entsprechenden Untersuchungen nur klinisch durchgeführt). Die Aufnahmen wurden zum einen im anterior - posterioren, zum andern im seitlichen Strahlengang gemacht. Der Focus-Filmabstand betrug jeweils 1,10 m, da bei dieser Entfernung die Maße der auf dem Röntgenbild wiedergegebenen Knochen den realen Maßen beim Patienten im Verhältnis 1:1 entsprechen.

2.3.2.1. Längenänderungen

Auf den Röntgenbildern wurden an beiden Unterarmen die Längen von Radius und Ulna gemessen und miteinander verglichen. Die Längendifferenz ist in cm und in % angegeben, wobei die Länge des gesunden Armes als Bezugsgröße gilt. Differenzen unter 0,5 cm wurden vernachlässigt, da derart minimale Unterschiede nicht ohne weiteres auf eine Fraktur zurückgeführt werden können, sondern eher als physiologische Variante oder als Meß- bzw. Aufnahmefehler betrachtet werden müssen.

2.3.2.2. Pathologische Veränderungen

Die Röntgenaufnahme des verletzten Armes wurde mit der des gesunden verglichen und auf frakturbedingte Veränderungen hin überprüft.

2.3.2.3. Knochenweite

Auf der ap-Röntgenaufnahme wurde am Endpunkt des distalen Schaftdrittels die Weite beider Unterarmknochen gemessen.

2.3.3. Bestimmung des Hydroxyl-Apatit-Gehaltes

Der Knochen besteht zu ca. 27 % aus organischer, zu etwa 52 % aus anorganischer Substanz und zu ca. 21 % aus Wasser. Die organischen Bestandteile sind für seine Elastizität, die anorganischen für seinen Härtegrad verantwortlich. Die Calcium-, Phosphat- u. OH-Ionen des anorganischen Knochenanteils liegen als Hydroxyl-Apatit, einer Verbindung, in der das 2-wertige Calcium von drei neutralen tertiären Calcium-Phosphaten umgeben ist. Dieses Hydroxyl-Apatit ist der Hauptbestandteil des Knochens.

Bei 46 der 55 nachuntersuchten Patienten wurde eine Bestimmung des Hydroxyl-Apatit-Gehaltes beider Unterarme mit Hilfe eines Bone Scanners ¹⁾ durchgeführt, um zu eruieren, ob sich der Härtegrad des Knochens nach einer Fraktur eines Armes von dem des gesunden anderen unterscheidet.

¹⁾ Bone Scanner 7102, Studsvik, A B Atomenergi, Nyköping, Schweden

Die Meßanordnung besteht aus einer Strahlenquelle und Detektor sowie einem Integrations- und Rechenteil. Strahlenquelle und Detektor sind streng miteinander gekoppelt und können durch einen Elektronenmotor mit gleichbleibender Geschwindigkeit (120 mm/min) senkrecht und waagrecht über einen Extremitätenabschnitt bewegt werden. Als Strahlenquelle dienen die beiden Isotope

Je 6 mal wurde am Endpunkt des distalen Drittels ($1/3$ der Schaftlänge vom Proc. styloides radii nach proximal) gemessen. Das Mittel aus diesen Messwerten wurde mit dem des anderen Armes verglichen. Die Differenzen werden in % angegeben, wobei der HA-Gehalt des dominierenden Armes als Bezugsgröße gilt.

2.3.4. Bestimmung des Verhältnisses von HA-Gehalt zur Knochenweite

Der Quotient aus HA-Gehalt und der zugehörigen Knochenweite (vgl. 2.3.2.3.) wurde für beide Arme gebildet und die Werte miteinander verglichen.

125-Jod und 241-Americium, die im Vor- und Rücklauf eines Scans alternierend geschaltet werden. Die Schwächung beider Photonenstrahlungen wird durch den dazwischenliegenden Arm (= Knochen und Weichteile) durch einen kollimierten Thallium-aktivierten Natrium-Jod-Szintillations-Kristall gemessen. Die Integration beginnt in dem Augenblick, in dem der Detektor eine Impulszahl registriert, die von der ursprünglichen Impulszahl (Weichteile) um einen bestimmten - festlegbaren - Prozentsatz abweicht. Der Knochenmineralgehalt wird in g/cm Knochenlänge durch Subtraktion beider Integrale errechnet (M. Steiger: Absorptiometrische Mineralsalzbestimmungen an Extremitätenknochen gesunder Kinder; München 1977)

2.4. Ergebnisse

2.4.1. Subjektive Beschwerden

Insgesamt gaben 18 von 35 Patienten mit Epiphysenfrakturen und 12 von 20 Patienten mit distalen Unterarmfrakturen Beschwerden im gebrochenen Arm an (vgl. Tab. 19).

2.4.1.1. Subjektive Beschwerden nach Epiphysenfrakturen

17 Radiusepiphysenfrakturen Aitken I waren ausgeheilt, ohne den Patienten jetzt noch Beschwerden zu bereiten. Von den übrigen 18 Patienten wurden am häufigsten Schmerzen bei stärkerer Belastung, z.B. bei schwerem Tragen oder längerem Schreiben angegeben (6 mal). 5 Patienten klagten über Beschwerden bei Wetterwechsel, meist ein Ziehen im Arm; 5 hatten eine Einschränkung der Beweglichkeit des gebrochenen Armes (z.B. beim Sport) festgestellt, 4 Patienten hielten ihren gebrochenen Arm für auffallend schwächer als den gesunden.

2.4.1.2. Subjektive Beschwerden nach distalen Unterarmfrakturen

Am häufigsten kamen auch hier Beschwerden bei Belastung vor (5 mal). An zweiter Stelle standen Schmerzen bei Witterungswechsel (2 mal) und beim Aufstützen des Armes (2 mal). Angaben über aktive Bewegungseinschränkung und Schwäche des verletzten Armes wurden jeweils nur einmal gemacht.

	Epiphysen- frakturen	distale Unterarm- frakturen
Beschwerden bei Witterungs- wechsel	5	2
Beschwerden bei Belastung	6	5
Beschwerden beim Aufstützen	1	2
Bewegungseinschränkung	5	1
Bewegungsgeräusche im Gelenk	2	-
Instabilität des Gelenks	-	1
gebrochener Arm schwächer	4	1
vorstehender Proc. styl. ulnae	6	1
ohne Beschwerden	17	8

Tab. 19 Subjektive Beschwerden nach Epiphysen-
und distalen Unterarmfrakturen
(Die Zahlen geben an, bei wieviel
Patienten die jeweiligen Symptome
vorhanden waren.)

2.4.2. Klinischer Befund

Bei 20 der nachuntersuchten 55 Patienten waren keine Unterschiede im Bewegungsausmaß zwischen gebrochenem und gesundem Arm festzustellen.

In den übrigen 35 Fällen zeigten sich folgende Differenzen:

- Die Palmarflexion war bei 9 Patienten eingeschränkt (5 mal bei Aitken I, 1 mal bei Aitken II, 3 mal bei distalen Unterarmfrakturen).
In 8 Fällen war die Flexion am gebrochenen Arm besser als am gesunden (4 mal bei Aitken I, 1 mal bei einer Lyse, 3 mal bei distalen Unterarmfrakturen).
- Die Dorsalextension war in 9 Fällen eingeschränkt (6 Aitken I, 3 distale Unterarmfrakturen), in 3 Fällen war sie am gebrochenen Arm besser (1 Aitken I, 2 distale Unterarmfrakturen).
- Einschränkung der Radialabduktion in 10 Fällen (3 Aitken I, 7 distale Unterarmfrakturen), bessere Radialabduktion am gebrochenen Arm in 8 Fällen (5 Aitken I, 3 distale Unterarmfrakturen).
- In 11 Fällen war die Ulnarabduktion eingeschränkt (9 Aitken I, 1 Aitken II, 1 distale Unterarmfraktur), in 4 Fällen war sie am gebrochenen Arm besser (2 Aitken I, 2 distale Unterarmfrakturen).
- Die Supination war nach 9 Frakturen vermindert (4 Aitken I, 1 Aitken II, 4 distale Unterarmfrakturen).
- Nur bei der Fraktur Aitken II war die Pronation eingeschränkt (um 40°).

	Lyse	Aitken I	Aitken III	distale Unterarm- fraktur	gesamt
Flexion -	/	5	1	3	9
Flexion	1	4	/	3	8
Extension -	/	6	/	3	9
Extension +	/	1	/	2	3
Radialabd. -	/	3	/	7	10
Radialabd. +	/	5	/	3	8
Ulnarabd. -	/	9	1	1	11
Ulnarabd. +	/	2	/	2	4
Supination -	/	4	1	4	9
Supination +	/	/	/	/	/
Pronation -	/	/	1	/	1
Pronation +	/	/	/	/	/

Tab. 20 Beweglichkeit im Handgelenk nach Epiphysen- und distalen Unterarmfrakturen

- (-) Bewegungsausmaß der frakturierten Extremität gegenüber der gesunden eingeschränkt
- (+) Bewegungsausmaß der frakturierten Extremität gegenüber der gesunden verbessert

Eine eindeutige Verringerung der Beweglichkeit im Handgelenk war bei der Fraktur Aitken II zu messen: Pronation und Supination waren jeweils um 40° , die Flexion um 30° und die Ulnarabduktion um 22° eingeschränkt.

Bei 4 Frakturen Aitken I wurden Bewegungseinschränkungen im Handgelenk in mehreren Ebenen festgestellt:

- L,I: Flexion und Ulnarabduktion waren jeweils um 10° eingeschränkt. Auf dem Röntgenbild zeigte sich, daß der Proc. styloideus ulnae abgerissen war. Subjektive Beschwerden fehlten.
- H, A: Supination und Ulnarabduktion waren jeweils um 10° vermindert. Die Röntgenaufnahme war unauffällig.
- Sch,A: Einschränkungen der Supination um 15° , der Radialabduktion um 10° lagen vor. Subjektiv war der gebrochene Arm schwächer, auf dem Röntgenbild fand sich kein pathologischer Befund.
- W,H: Flexion und Ulnarabduktion waren jeweils um 15° vermindert. Auf dem Röntgenbild waren Radius und Ulna deformiert, bei Betrachtung des Handgelenks fiel ein prominenter Processus styloideus ulnae auf.

Unter den distalen Unterarmfrakturen wiesen zwei Bewegungseinschränkungen in mehreren Ebenen auf:

- H,R: Bei der distalen Unterarmfraktur, die nachträglich gepinnt worden war, konnte eine Extensionshemmung von 20° und eine Einschränkung der Radialabduktion von 17° gemessen werden. Der Patient war völlig beschwerdefrei, das Röntgenbild unauffällig.

- G,W: Flexion, Extension und Radialabduktion waren jeweils um 10° eingeschränkt. Auf dem Röntgenbild war noch eine Achsenabweichung erkennbar.

In 13 Fällen - 8 Epiphysenfrakturen Aitken I und 5 distale Unterarmfrakturen - wurden Bewegungseinschränkungen in nur einer Ebene gemessen:

F,W	Aitken I	Radialabduktion	-22°
K,H	"	Ulnarabduktion	-10°
H,J	"	Extension	-10°
R,M	"	Flexion	-30°
S,J	"	Ulnarabduktion	-13°
Sch,R	"	Radialabduktion	-10°
Sch,G	"	Ulnarabduktion	-10°
Z,A	"	Extension	-18°
A,I	distale Unterarmfr.	Radialabduktion	-32°
H,E	"	"	-10°
K,R	"	Ulnarabduktion	-17°
M,Chr	"	Flexion	-30°
W,D	"	Radialabduktion	-10°

Nach 8 Epiphysenfrakturen und 3 distalen Unterarmfrakturen ergaben sich Bewegungseinschränkungen in einer (bzw. zwei) Ebene, dagegen Verbesserungen der Beweglichkeit gegenüber der gesunden Seite in einer anderen Ebene:

B,G	A I	Extension	-15°	Radialabduktion	$+20^{\circ}$
B,H	"	Extension	-15°	Radialabduktion	$+25^{\circ}$
D,I	"	Flexion	-10°	Radialabduktion	$+14^{\circ}$
		Ulnarabduktion	-21°		
H,K	"	Flexion	-25°	Radialabduktion	$+10^{\circ}$
		Extension	-15°		
B,I	"	Ulnarabduktion	-15°	Radialabduktion	$+22^{\circ}$
D,I	"	"	-21°	"	$+14^{\circ}$
H,K	"	"	-10°	"	$+10^{\circ}$
B,H	"	Extension	-15°	Flexion	$+10^{\circ}$
H,B	dist. U.	"	-18°	"	$+10^{\circ}$
E,B	"	"	-10°	"	$+20^{\circ}$
F,K-H	"	Flexion	-15°	Extension	$+10^{\circ}$

Bei 7 Patienten (4 Frakturen Aitken, 1 Ulnaepiphysenlösung und 2 distalen Unterarmfrakturen) war der gebrochene Arm im Handgelenk in mindestens einer Ebene beweglicher als der gesunde, ohne daß eine Beeinträchtigung der Beweglichkeit in einer anderen Ebene vorlag:

G,F	Aitken I	Flexion	+10°	Extension +10°
S,H	"	"	+15°	
W,K	"	"	+10°	
K,R	"	Ulnarabd.	+10°	
Sch,A	Lyse	Flexion	+10°	
G,P	dist. U.	Flexion	+10°	
P,J	"	Ulnarabd.	+10°	

2.4.3. Längenänderungen

2.4.3.1. Längenänderungen bei Epiphysenfrakturen

Bei 19 Epiphysenfrakturen waren Verkürzungen des gebrochenen Armes im Vergleich zur gesunden Seite aufgetreten: Bei 10 an Radius und Ulna, bei 8 nur am Radius. In 2 Fällen war der Radius des verletzten Armes länger geworden.

Bei den Verkürzungen konnten folgende Frakturtypen ermittelt werden:

- 1 Radiusepiphysenlösung ohne Dislokation
- 1 Ulnaepiphysenlösung mit Dislokation
- 15 Radiusepiphysenfrakturen Aitken I
- 1 Radius- und Ulnaepiphysenfraktur Typ Aitken I
- 1 Radius- und Ulnaepiphysenfraktur Typ Aitken II.

Bei der Lyse, 7 Frakturen vom Typ Aitken I des Radius allein, der Fraktur Typ Aitken I von Radius

und Ulna und der Fraktur Typ Aitken II waren beide Unterarmknochen verkürzt, bei 8 Radiusfrakturen Typ Aitken I nur der Radius, bei der Ulnaeepiphysenlösung war nur die Ulna im Wachstum zurückgeblieben. (vgl. Tab. 21)

Das Ausmaß der Verkürzung des Radius lag bei den Frakturen Aitken I zwischen 0,5 und 2,0 cm (2 % und 8 %), das der Ulna zwischen 0,5 und 1,1 cm (2 % und 4 %); bei der Lyse ohne Dislokation war der Radius um 0,9 cm (4 %), die Ulna um 0,5 cm (2 %), bei der Lyse mit Dislokation war die Ulna um 0,5 cm (2 %), bei der Fraktur Aitken II war der Radius um 4,9 cm (19 %), die Ulna um 3,2 cm (11 %) kürzer geworden. Im letzten Fall fiel dies auch klinisch deutlich ins Auge: Bei dem jetzt 20-jährigen Patienten ist - als Kompensation der ungleichen Armlängen - ein schwerer Haltungsfehler entstanden: die Wirbelsäule wies eine linkskonvexe Skoliose auf, die rechte Schulter war leicht hochgezogen, während die linke ziemlich tief hing, so daß die beiden Hände auf gleicher Höhe waren.

Die übrigen Verkürzungen konnten klinisch nicht festgestellt werden, sie waren auch den Patienten verborgen geblieben.

Bemerkenswert erscheint, daß in 10 Fällen an beiden Unterarmknochen eine Wachstumsminde- rung nachzuweisen war, obwohl nur in einem dieser Fälle eine Epiphysenfraktur Aitken I von Radius und Ulna vorgelegen hatte.

Ohne jegliche Längenänderung war die zweite Fraktur Aitken I beider Unterarmknochen, die nachuntersucht wurde, ausgeheilt. Der Bruch war - wie bereits erwähnt - mit Kirschnerdrähten operativ versorgt worden.

Die beiden Frakturen, die eine Verlängerung zur Folge hatten, waren Radiusepiphysenfrakturen vom Typ Aitken I.

	keine Längen- änderung	Verkürzung von			Verlängerung von		
		R	U	R+U	R	U	R+U
Radius epiphysen- lös. ohne Dislok.	1	-	-	1	-	-	-
Ulna epiphysen- lös. mit Dislok.	-	-	1	-	-	-	-
Aitken I Radius	12	8	-	7	2	-	-
Aitken I Radius + Ulna	1	-	-	1	-	-	-
Aitken II Radius + Ulna	-	-	-	1	-	-	-
gesamt	14	8	1	10	2	-	-

Tab. 21 Häufigkeit von Längenänderungen nach
Epiphysenfrakturen (n = 35) von
R = Radius U = Ulna R+U = Radius und Ulna

2.4.3.2. Längenänderungen bei distalen Unterarmfrakturen

Bei 10 der 20 nachuntersuchten distalen Unterarmfrakturen kam es zu einer Längenänderung von mehr als 0,5 cm: in 7 Fällen zu einer Verlängerung des gebrochenen Armes, in 3 Fällen zu einer Verkürzung.

Obwohl immer beide Unterarmknochen verletzt gewesen waren, trat die Verlängerung nur zweimal an Radius und Ulna auf, dreimal war der Radius, zweimal die Ulna allein von der Verlängerung betroffen. Die Differenzen liegen beim Radius zwischen 0,5 cm und 1,0 cm (2 - 4 %), bei der Ulna betragen sie

3 mal 0,5 cm (2 - 3 %) und einmal 2,4 cm (10 %).

Die zuletzt erwähnte, auffallende Verlängerung der Ulna um 2,4 cm bzw. 10 % war nach einer distalen Unterarmfraktur vor 13 Jahren aufgetreten. Der Radius war nur um 0,6 cm bzw. 3 % verlängert. Die Fraktur war in Fehlstellung verheilt: beim Radius konnte eine Achsenabweichung des Bruchstückes nach volar um 20° gemessen werden. Auf dem angefertigten Röntgenbild bei der Nachuntersuchung war diese Abweichung jedoch ausgeglichen.

Verkürzungen sind zweimal am Radius (jeweils um 0,5 cm bzw. 2 und 3 %) und einmal an der Ulna aufgetreten (um 0,6 cm bzw. 2 %).

Die operierte Unterarmfraktur hatte nach 1 1/2 Jahren keine Längenänderung zur Folge.

	keine Längen- änderung	Verkürzung von			Verlängerung von		
		R	U	R+U	R	U	R+U
distale Unterarmfrakturen	10	2	1	-	3	2	2

Tab. 22 Häufigkeit von Längenänderungen nach distalen Unterarmfrakturen (n = 20) von
R = Radius U = Ulna R+U = Radius und Ulna

Insgesamt gesehen sind bei den Epiphysenfrakturen in über 50 % (18 von 35) der Fälle Längenänderungen aufgetreten, bei den distalen Unterarmfrakturen nur in etwa 35 % (7 von 20).

Die Abbildungen 3 - 10 auf S. 62 und 63 zeigen das Ausmaß der Längenänderungen (in %) an Radius und Ulna bei den Epiphysenfrakturen (Abb. 3 - 6) und den distalen Unterarmfrakturen (Abb. 7 - 10).

2.4.4. Röntgenbefund

2.4.4.1. Röntgenbefund bei Epiphysenfrakturen

Bei 18 von insgesamt 35 Epiphysenfrakturen zeigte das Röntgenbild des gebrochenen Armes bei der Nachuntersuchung einen pathologischen Befund. Folgende Veränderungen gegenüber der gesunden Seite ließen sich feststellen:

- Das distale Ende von Radius und Ulna ist dicker, verplumpt und deformiert (7 Fälle)
- Die Gelenkkontur ist unscharf (2 Fälle)
- Der Processus styloideus ulnae ist abgerissen (6 Fälle)
- Der Processus styloideus ulnae ist verkümmert (1 Fall)
- Der Bandapparat ist geschädigt (4 Fälle)
- Die Syndesmose im Radio-Ulnargelenk ist gesprengt (1 Fall)
- Auf der seitlichen Aufnahme besteht im Bereich der distalen Ulna eine Achsabweichung von 12° (1 Fall).

2.4.4.2. Röntgenbefund bei distalen Unterarmfrakturen

Folgende Veränderungen im Vergleich zum gesunden Arm waren bei 8 der 20 nachuntersuchten distalen Unterarmfrakturen auf dem Röntgenbild zu erkennen:

- Die belassene Achsenabweichung ist nicht vollständig ausgeglichen (3 Fälle)
(Vgl. nachfolgende Kasuistik)
- Der Knochen ist an der Bruchstelle verdickt (1 Fall)
- Die Gelenkfläche ist verplumpt (2 Fälle)

- Radius und Ulna sind deformiert, dicker (2 Fälle)
- Der Bandapparat ist geschädigt (2 Fälle)
- Die Ulna hat eine Varusstellung (1 Fall)

Nur in 3 Fällen war die Achsenabweichung, die nach Gipsabnahme bestanden hatte, nicht ganz ausgeglichen.

Kasuistik: G,W,dist. Unterarmfraktur von 1 1/4 Jahren. Nach Gipsabnahme wiesen der Radius einen Winkel von 30° in der ap-Aufnahme, bzw. 25° in der seitlichen und die Ulna einen Winkel von 18° bzw. 12° auf. Die Abweichung der Ulna ist ausgeglichen; beim Radius besteht ein Winkel von 10° . Der Patient ist jetzt 15 Jahre alt.

H,B, dist. Unterarmfraktur vor 2 Jahren. Achsenabweichung nach Therapie: Radius 27° (seitlich). Der Winkel beim Radius beträgt jetzt 10° , die Ulna hat eine Varusstellung. Das Mädchen ist jetzt 9 Jahre alt.

G,P, Refraktur von distalem Radius und Ulna vor 8 Jahren. Die Fraktur war zweimal reponiert worden. Nach Gipsabnahme wies der Radius einen Winkel von 24° auf, die Ulna war gerade. Die Achsenabweichung des Radius beträgt jetzt 13° . Der Patient ist 20 Jahre alt.

Nach Gipsabnahme hatten bei 19 der 20 nachuntersuchten distalen Unterarmfrakturen Achsenabweichungen nach volar bestanden, in 12 Fällen von Radius und Ulna, in 7 Fällen vom Radius allein. Sie hatten beim Radius zwischen 6° und 32° , bei der Ulna zwischen 2° und 24° betragen. In drei Fällen waren die Fragmente noch disloziert gewesen. Diese Achsenabweichungen bzw. Dislokationen haben sich also in 16 Fällen völlig ausgeglichen.

2.4.5. Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden und Röntgenbefund

Im folgenden soll untersucht werden, ob bei subjektiven Beschwerden immer ein anatomisches Korrelat auf dem Röntgenbild nachzuweisen ist.

2.4.5.1. Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden und Röntgenbefund bei Epiphysenfrakturen (vgl. Tab. 23 und 24)

Bei 7 der 18 Patienten, die Beschwerden im gebrochenen Arm haben, war das Röntgenbild völlig unauffällig. Zwei Patientinnen (Z,A und Kr,M) gaben Schmerzen bei Witterungswechsel, die eine zusätzlich Beschwerden bei Belastung des Armes an: bei beiden ist der Bandapparat geschädigt. Ein Mädchen (R,M) klagte über Schmerzen bei längerer Belastung: der gebrochene Radius ist deformiert, der Processus styloides ulnae ist verkümmert. In zwei Fällen war die Beweglichkeit des gebrochenen Armes eingeschränkt (B,H; D,I). Das Röntgenbild zeigte im ersten Fall einen abgerissenen Processus styloides ulnae, im zweiten Fall eine Verplumpung und Verdickung des distalen Radius. Die Ursache für eine verminderte Kraft im gebrochenen Arm gegenüber der gesunden Seite war bei einem Mädchen (Z,R) durch eine Schädigung des Bandapparates gegeben.

Die meisten subjektiven Beschwerden traten nach Frakturen des Typs Aitken II auf: Schmerzen bei Belastung, erhebliche Bewegungseinschränkung, wesentlich verminderte Kraft im gebrochenen Arm. Auf dem Handrücken des verletzten Armes zeigte sich eine stärkere Venenzeichnung, die Handwurzelknochen waren stärker nach dorsal gewölbt.

Der Umfang des gebrochenen Armes war geringer (um 1,4 cm) als auf der Gegenseite. Auf dem Röntgenbild konnte man die Ursache der Beschwerden erkennen: die Syndesmose des Radio-Ulnargelenks ist gesprengt: Madelung'sche Deformität (hinzu kommt die starke Verkürzung, s. oben).

Die Lösung der Ulnaepiphyse war ebenfalls nicht symptomfrei ausgeheilt: Das Mädchen klagte über ein Ziehen im Arm bei Föhneinbruch, Schmerzen bei Belastung, Bewegungseinschränkung, Schmerzen beim Aufstützen (z.B. bei Liegestützen), Bewegungsgeräusche im Gelenk (z.B. beim Hängen an Seil oder Ringen). Der Umfang beider Unterarme war gleich. Die Röntgenaufnahme bot keine Erklärung: die Lyse der Ulnaepiphyse ist ohne röntgenologisch sichtbare Folgen ausgeheilt.

Die Ursache des prominenten Processus styloides ulnae ergab sich in den folgenden Fällen durch die Röntgenuntersuchung:

B,K-H: Der Processus styloides ulnae ist abgerissen. Außerdem ist das distale Ende der Unterarmknochen verplumpt und dicker, die Gelenkfläche unschärfer als auf der gesunden Seite. G,F: Der Processus styloides ulnae ist ebenfalls abgerissen. D,I und W,H: Ulna und Radius sind deformiert. K,M: Auf der seitlichen Aufnahme konnte man im distalen Teil der Ulna einen Winkel von 12° messen. Durch diese Abweichung war der laterale Teil der Ulna etwas nach vorn verschoben, so daß klinisch ein prominenter Processus styloideus ulnae imponierte. Nur in einem Fall (H,J) ließ sich auf der Röntgenaufnahme keine Erklärung für den prominenten Processus styloides finden.

Röntgenbefund:	Röntgen o.B.	Bandapp. geschädigt	Defor- mierung dist. Radius	Proc. styl. ulnae abge- rissen	Proc. styl. ulnae verküm- mert	Made- lung Defor- mität
Subjektive Be- schwerden						
B. bei Witterungs- wechsel (n = 5)	3	2	-	-	-	-
B. bei Belastung (n = 6)	2	1	1	-	1	1
B. beim Aufstützen (n = 1)	1	-	-	-	-	-
Bewegungseinschrän- kung (n = 5)	2	-	1	1	-	1
Bewegungsgeräusche (n = 2)	2	-	-	-	-	-
gebrochener Arm schwächer (n = 4)	2	1				1

Tab. 23 Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden und Röntgenbefund
bei Epiphysenfrakturen

	Röntgen o.B.	Deformie- rung von Radius u. Ulna dist.	Proc. styl. ulnae abge- rissen	unscharfe Gelenk- konturen	Achsen- abwei- chung der di- stalen Ulna	gesamt
prominenter Processus styloides ulnae	1	2	2	1	1	7

Tab. 24 Zusammenhang zwischen prominenten
Processus styloides ulnae und
Röntgenbefund bei Epiphysenfrakturen

2.4.5.2. Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden und Röntgenbefund bei distalen Unterarmfrakturen (vgl. Tab. 25)

Nur 2 Patienten mit distalen Unterarmfrakturen, deren Röntgenaufnahme auffällig war, gaben keinerlei Beschwerden an; umgekehrt ließ sich nur bei 8 der 13 Patienten mit subjektiven Beschwerden eine Erklärung dafür auf dem Röntgenbild finden.

Alle 5 Kinder, die Schmerzen bei stärkerer Belastung des Armes hatten, zeigten kein normales Bild der Unterarmknochen auf der Röntgenaufnahme:

R,L: Der Bandapparat ist geschädigt, die Ulna ist deformiert, verbreitert, der Radius verdickt. Aufgrund der Schädigung des Bandapparates schieben sich Radius und Ulna bei Druck zusammen. Eine Armumfangsdifferenz bestand nicht.

W,D: Die Unterarmknochen waren an der Bruchstelle verdickt; L,A: Die Gelenkfläche war verplumpt;

H,B: Die Ulna war in Varusfehlstellung, der Radius mit Achsenabweichung von 10° verheilt. M,Chr: Der Bandapparat war geschädigt, distaler Radius und Ulna waren verplumpt. Bei G,W, dessen gebrochener Arm nicht so beweglich war wie der gesunde, konnte man auf dem Röntgenbild noch eine Achsenabweichung (von 10° , s. oben) messen. Bei G,P war ebenfalls noch eine Achsenabweichung (13°) vorhanden, der Patient klagte über Schmerzen bei Witterungswechsel.

Bei G,W, dessen gebrochener Arm nicht so beweglich war wie der gesunde, konnte man auf dem Röntgenbild noch eine Achsenabweichung (von 10° , s. oben) messen. Bei G,P war ebenfalls noch eine Achsenabweichung (13°) vorhanden, der Patient klagte über Schmerzen bei Witterungswechsel.

Der vorstehende Processus styloides ulnae (bei M,A) läßt sich durch die 10 %ige Verlängerung der Ulna (= "Ulnavorschub") (= 2,4 cm) gegenüber einer nur 3 %igen Verlängerung des Radius (= 0,6 cm) erklären.

Bei den übrigen 5 Patienten mit subjektiven Beschwerden war die Röntgenaufnahme ohne auffallende Besonderheiten.

Röntgenbefund:	Röntgen o.B.	nicht ausge- glichene Achsen- abweichung	Band- apparat geschädigt	Deformierung d. dist. Radius u. Ulna	Verunstaltung d. Ulna	Verdickung an Fraktur- stelle	Ver- plum- pung d. Gelenk- fläche
Subjektive Beschwerden:							
B. bei Witterungs- wechsel (n = 2)	1	1	-	-	-	-	-
B. bei Belastung (n = 7)	2	1	2	2	1	2	1
B. beim Aufstützen (n = 2)	2	-	-	-	-	-	-
Bewegungseinschrän- kung (n = 1)	-	1	-	-	-	-	-
Instabilität (n = 1)	1	-	-	-	-	-	-
gebrochener Arm schwächer (n = 1)	1	-	-	-	-	-	-

Tab 25 Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden und Röntgenbefund bei dist. Unterarmfrakturen

2.4.6. Hydroxyl-Apatit-Gehalt (= HA-Gehalt)
(vgl. Tab. 26)

Bei 10 Kindern ergaben die Messungen an beiden Unterarmen den gleichen HA-Gehalt. Bei 26 Kindern war der HA-Gehalt des gebrochenen Armes vermindert, bei 10 Kindern war er erhöht. Von diesen 36 Kindern mit unterschiedlichen HA-Werten waren 16 Rechtshänder, die den rechten Arm gebrochen hatten. Bei 9 war jetzt der HA-Gehalt rechts, d.h. am gebrochenen Arm, erniedrigt, bei 7 war er erhöht.

15 Rechtshänder hatten den linken Arm gebrochen. Hier wies nur in 3 Fällen der gebrochene, also der linke, Arm einen höheren HA-Gehalt auf, während in 12 Fällen rechts ein höherer HA-Gehalt gemessen wurde, der gebrochene Arm also weniger Hydroxyl-Apatit enthielt.

Bei 3 Linkshändern, die den linken Arm gebrochen hatten, war der HA-Gehalt links niedriger; bei 2 Linkshändern, die am rechten Arm verletzt waren, wurde rechts - am gebrochenen Arm - ein niedrigerer HA-Gehalt festgestellt.

Daraus ergibt sich, daß von 19 Kindern, die den dominierenden Arm gebrochen hatten, 12 Kinder jetzt einen niedrigeren, 7 Kinder einen höheren HA-Gehalt auf der Frakturseite aufwiesen. Bei 17 Kindern hatte die Fraktur am kontralateralen Arm vorgelegen, 14mal war bei der Nachuntersuchung ein erniedrigter und nur 3mal ein erhöhter HA-Gehalt festgestellt worden.

Die Patienten, bei denen an beiden Armen der gleiche HA-Gehalt gemessen werden konnte, hatten in 5 Fällen den dominierenden, in 5 Fällen den kontralateralen Arm gebrochen.

	Hydroxyl-Apatit-Gehalt		
	erniedrigt	erhöht	gleich
dominierender Arm verletzt	12	7	5
kontralateraler Arm verletzt	14	3	5

Tab. 26 Veränderung des Hydroxyl-Apatit-Gehaltes im Vergleich zur gesunden Seite in Abhängigkeit von der Lokalisation der Fraktur an dominierender oder kontralateraler Extremität

2.4.7. Quotient Hydroxyl-Apatit-Gehalt / Knochenweite

Die Differenz der Quotienten HA-Gehalt / Knochenweite des gesunden und des verletzten Armes entsprachen in 33 Fällen der Differenz der HA-Werte allein.

Nur bei zwei Patienten war die Differenz der Quotienten . HA-Gehalt / Knochenweite rechts und links gleich Null; hier ging also mit dem in beiden Fällen geringeren HA-Gehalt jeweils auch eine geringere Knochenweite einher.



Abb. 1 a



Abb. 1 b

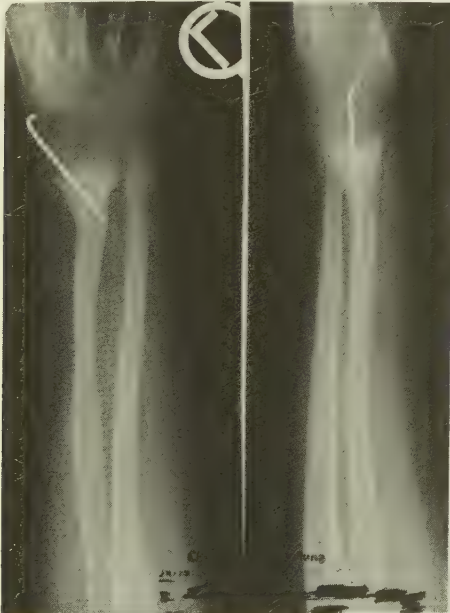


Abb. 1 c

Epiphysenfraktur Typ Aitken II links mit 9 Jahren.
3 x reponiert, bleibende Achsenabweichung von 20°.



Abb. 1 d



Abb. 1 e

Nachuntersuchung nach 9 1/2 Jahren: Radius um 4.9 cm (19 %), Ulna um 3.2 cm (11 %) verkürzt



Abb. 2 a
Epiphysenfraktur Typ Aitken I links mit 11 Jahren



Abb. 2 b
Nachuntersuchung nach 10 Jahren: Radius um 1 cm (4 %), Ulna um 0,5 cm (1 %) verkürzt, abgerissener Processus styloides ulnae.



Abb. 3 Verkürzungen des Radius nach Epiphysenfrakturen

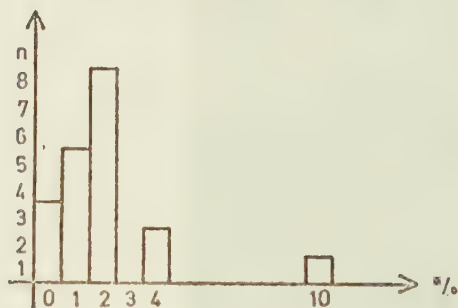


Abb. 4 Verkürzungen der Ulna nach Epiphysenfrakturen

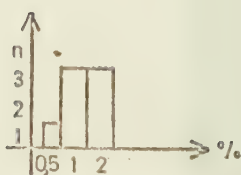


Abb. 5 Verlängerungen des Radius nach Epiphysenfrakturen

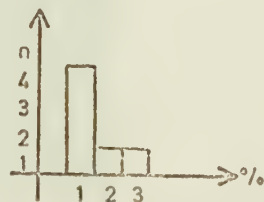


Abb. 6 Verlängerungen der Ulna nach Epiphysenfrakturen

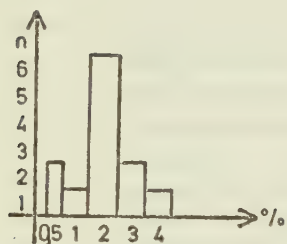


Abb. 7 Verlängerungen des Radius nach distalen Unterarmfrakturen

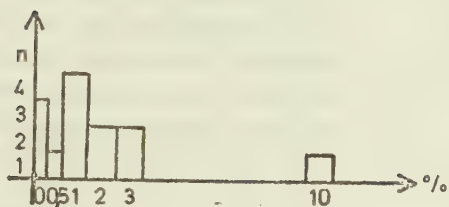


Abb. 8 Verlängerungen der Ulna nach distalen Unterarmfrakturen



Abb. 9 Verkürzungen des Radius nach distalen Unterarmfrakturen

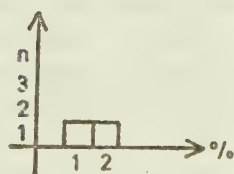


Abb. 10 Verkürzungen der Ulna nach distalen Unterarmfrakturen

3. Diskussion

3.1. Häufigkeit der Epiphysenfrakturen

Über die Häufigkeit von Epiphysenfrakturen bzw. distalen Unterarmfrakturen werden in der Literatur (8, 10, 14, 15, 21, 23, 27, 30) folgende übereinstimmende Aussagen gemacht:

- Die Fraktur der distalen Radiusepiphyse ist die häufigste unter den Epiphysenfrakturen.
- Die distalen Unterarmbrüche machen etwa ein Drittel der kindlichen Knochenbrüche aus.
- Die Epiphysenfrakturen am distalen Unterarm haben einen Anteil von 8,2 % an allen Unterarmfrakturen.

Der Anteil der distalen Epiphysenfrakturen in unserem Krankengut entspricht mit 8,0 % der letzten Aussage. Ebenso stellen die Frakturen an der distalen Radiusepiphyse mit 52 % die häufigste Lokalisation von Epiphysenfugenverletzungen insgesamt dar. An den Frakturen der gesamten oberen Extremität waren die distalen Unterarmfrakturen jedoch nur mit 11 %, an allen kindlichen Knochenbrüchen mit 6 % beteiligt, was nicht mit den Angaben in der Literatur übereinstimmt und auf ein vorausgesuchtes Krankengut hinweist.

3.2. Alter zum Zeitpunkt der Fraktur

Als bevorzugtes Alter für die Epiphysenverletzungen und distalen Unterarmfrakturen wird von den verschiedenen Autoren nahezu einstimmig

das Schulalter angegeben, lediglich A.G. Pollen (22) schreibt, daß distale Unterarmfrakturen - vom Kleinkindalter angefangen - in jeder Altersstufe vorkommen.

Bei den Epiphysenfrakturen, die wir untersucht haben, lag das Frakturalter ebenfalls zwischen 7 und 14 Jahren, bei den schlecht verheilten distalen Unterarmfrakturen dagegen war es - mit einem Gipfel bei 6 und 7 Jahren - ziemlich gleichmäßig auf die einzelnen Altersstufen verteilt.

Gall, Ehlers und Eberlein, H. Ecke (10, 13, 7) stellten in ihren Kollektionen eine deutliche Bevorzugung des männlichen Geschlechts fest, welcher Befund sich in unserem Krankengut nur bei den distalen Unterarmfrakturen bestätigte, von den die Jungen etwa doppelt so häufig betroffen waren wie die Mädchen. Bei den Epiphysenfrakturen war dagegen das Verhältnis zwischen Jungen und Mädchen ausgeglichen.

3.3. Unfallmechanismen

A. Pannike (21) bezeichnet den Fall auf die vorgestreckte Hand als bevorzugte Verletzung des Kindes.

Distale Unterarmfrakturen entstehen fast immer durch indirekte Gewalteinwirkung - nur selten durch ein direktes Trauma - durch Sturz auf die ausgestreckte Hand, wobei bei einem Sturz aus größerer Höhe beide Unterarme brechen können.

Brüche der distalen Radiusepiphyse können durch stärkere direkte oder indirekte Gewalteinwirkung zustande kommen, wie z.B. Sturz von einer

Schaukel u.ä. (8, 15, 22).

Gall (13) unterscheidet bei den Epiphysenfrakturen Gleit- und Quetschungsbrüche, wobei erstere vorwiegend durch Schubkräfte, letztere meist durch Druckkräfte verursacht werden. Diese Unterscheidung dient ihm als wesentliches Kriterium für die Prognose.

Suessenbach und Weber übernehmen diese Differenzierung (28).

Nach Ehlers und Eberlein (10) kommt es zu traumatischen Epiphysenlösungen einmal durch direkte Einwirkung einer Gewalt, die eine Abscherung der Epiphyse zur Folge hat, zum anderen durch einseitige Zugwirkung von Gelenkbändern, die an der extraartikulär gelegenen Epiphyse ansetzen.

A.G. Pollen (22) unterteilt die Unterarmfrakturen in Supinationsfrakturen - durch Sturz auf die Palmarfläche der Hand - und Pronationsfrakturen - durch Sturz auf den Handrücken.

In unserem Krankengut waren die Epiphysenfrakturen zu 89 % durch indirekte Traumen, nur zu 11 % durch direkte Traumen verursacht worden. Sturz auf die Handfläche lag in 60 %, Sturz auf den Handrücken in 17 % der Fälle vor, nur bei 2 % war ein Sturz schräg auf den Arm Ursache der Fraktur. Ein Quetschungsbruch ließ sich nur in einem Fall, und zwar auf Grund der Schwere der Fraktur und ihrer Spätfolgen, vermuten, ansonsten können nur Gleitbrüche vorgelegen haben.

Bei den distalen Unterarmfrakturen handelte es sich in allen Fällen um indirekte Traumen; 90 % waren Supinationsbrüche - also durch Sturz auf die ausgestreckte Hand - 5 % waren Pronationsbrüche - durch Sturz auf den Handrücken - und

weitere 5 % waren durch Sturz auf die Ulnarseite der Hand entstanden.

Die Unfallursachen in unserem Krankengut stimmen also mit den Angaben in der Literatur weitgehend überein.

3.4. Symptomatik

Nach H. Ecke (6) ergibt sich die Diagnose der traumatischen Epiphysenlösung klinisch aus der meist erheblichen Schwellung und der tastbaren Verschiebung der Epiphyse. Als Kriterien für das klinische Bild gelten bei ihm 'typische Frakturzeichen', wenn eine Verletzung vom Typ Aitken I vorliegt, Gelenkerguß und örtlicher Druckschmerz sowie eine eingeschränkte Funktion bei einer Epiphysenfraktur Aitken II; für eine Fraktur vom Typ Aitken III sind ebenfalls Gelenkerguß und schmerzhaftes Funktionseinschränkung kennzeichnend.

Die distale Unterarmfraktur charakterisiert A.G. Pollen (22) klinisch mit Schmerzen, Schwellung und Deformität. Bei der distalen Radiusfraktur entsteht bei ausgeprägter Dislokation eine typische Deformität, ähnlich der Colles-Fraktur beim Erwachsenen (22).

Ehalt (8) bezeichnet die Deformität bei distalen Unterarmfrakturen immer als 'typisch' und beschreibt sie als der Bajonettstellung des Bruches der Speiche an typischer Stelle beim Erwachsenen ähnlich.

Nach den Frakturen in unserem Krankengut waren folgende Symptome vorhanden:

- bei den Epiphysenfrakturen: Schmerzen in 86 %,

Schwellung in 74 %, Deformität in 23 %, wesentliche Funktionseinschränkung in 40 %, sichtbares Hämatom in 6 %;

- bei den distalen Unterarmfrakturen: Schmerzen in 80 %, Schwellung in 60 %, Deformität in 30 %, wesentliche Funktionseinschränkung in 30 %, sichtbares Hämatom in 5 %.

Fehlstellungen wurden bei den Epiphysenfrakturen in 23 % beobachtet und in 63 % als Bajonett- bzw. Furcastellung beschrieben; nach den distalen Unterarmfrakturen traten in 30 % abnorme Stellungen auf, die in 67 % als Bajonett- oder Furcastellung imponierten.

Beide Frakturtypen waren also fast immer mit Schmerzen, Schwellung und Bewegungseinschränkung verbunden; ebenso kamen Fehlstellungen in beiden Gruppen in nahezu gleicher Häufigkeit vor. Es besteht also keine Möglichkeit, aus dem klinischen Zustand des verletzten Armes auf die Art der Fraktur zu schließen. Da die Veränderungen alle am Unterarm oder Handgelenk auftreten, kann man lediglich eine Aussage über die Lokalisation des Bruches machen.

3.5. Therapie

Für die Therapie von Schaftfrakturen ohne Epiphysenbeteiligung fordern Zacher, Koob, Schlegel (35), daß in der Regel die geschlossene, konservative der operativen Therapie vorzuziehen sei, daß achsengerechte geschlossene Reposition unbedingt angestrebt werden müsse und daß wiederholte, forcierte Manipulationen und Refrakturierungen wegen der nicht abschätzbaren zusätzlichen Traumatisierung unbedingt zu vermeiden seien.

Bei den Epiphysenverletzungen verlangen die Autoren (35) sorgfältige anatomische Reposition.

V. Müller (2) ist der Ansicht, daß ein mehrmaliges Repositionsmanöver die Epiphysenfuge mehr schädigt als zwei Bohrdrähte.

Im Gegensatz dazu ist bei unseren Patienten mit Epiphysenfrakturen in 12 % 2 bzw. 3mal reponiert worden; distale Unterarmfrakturen wurden in 20 % mehrfach eingerichtet. Die genannten Epiphysenfrakturen sind ohne Ausnahme mit einer Verkürzung, 75 % mit pathologischem röntgenologischen Befund, 75 % mit klinisch meßbarer Bewegungseinschränkung, 75 % mit vermindertem HA-Gehalt, 75 % mit subjektiven Beschwerden ausgeheilt.

Bei den mehrfach reponierten distalen Unterarmfrakturen sind in 75 % keine Längenänderungen aufgetreten. In einem Fall konnte eine Verkürzung des Radius um 2,21 % gemessen werden. Hier ist zu überlegen, ob durch wiederholte Reposition die Epiphyse geschädigt und dadurch die Wachstumsverminderung induziert worden sei.

In den anderen Fällen zeigte das Röntgenbild keine auf die Fraktur zurückführbare Veränderung; bei 75 % lagen Bewegungseinschränkungen, bei 50 % ein verminderter, bei 25 % ein erhöhter HA-Gehalt und bei 25 % subjektive Beschwerden vor.

Bei den distalen Unterarmfrakturen ist es nicht nachweisbar, bei den Epiphysenfrakturen dagegen offensichtlich, daß die mehrmaligen Repositionsversuche zu einem schlechten Heilungsergebnis beigetragen haben.

Aus diesen Ergebnissen resultiert, daß wiederholte, forcierte Manipulationen und Refrakturierungen wegen der nicht abschätzbaren zusätzlichen Traumatisierung unbedingt zu vermeiden sind (35).

3.6. Nachbehandlung

S. Weller (32) schreibt zur Frage der Nachbehandlung: "Die sogenannte Nachbehandlung bei kindlichen und jugendlichen Knochenbrüchen nimmt bei weitem keinen so breiten Raum ein wie bei den Erwachsenenbrüchen. Hier steht mehr der selbsttätige Gebrauch der Extremität beim Spiel und im Tagesablauf im Vordergrund. Seltener wird man gezwungen sein, durch gezielte und konzentriert durchgeführte Bewegungsübungen die Geh- und Bewegungsfähigkeit wieder herstellen zu müssen. Zweifellos kann man durch eine entsprechende krankengymnastische Behandlung auch im Rahmen einer spielerischen Betätigung der verletzten Extremität gewisse gezielte und richtungsweisende Einwirkungen auf bestimmte Muskeln und Gelenke erreichen, doch sollte dies hier möglichst unwillkürlich erfolgen und unter keinen Umständen Schmerzen verursachen."

Grund für diese 'negative Nachbehandlung' ist die bereits erwähnte Tatsache, daß die posttraumatischen Weichteilveränderungen - Schwellung, Muskelschwund, Bewegungsbehinderung der ruhiggestellten nicht verletzten Gelenke - bei Kindern sehr selten auftreten (vgl. 1, 8, 23, 35).

Der Nutzen der krankengymnastischen Behandlungen, Massagen und Bestrahlungen bei 7,3 % unserer nachuntersuchten Kinder erscheint nach dem eben Gesagten zweifelhaft. Die Ergebnisse der Nachuntersuchungen unterscheiden sich bei diesen Patienten weder im positiven noch negativen Sinne von denen der Patienten ohne Nachbehandlung. Klinisch meßbare Bewegungseinschränkungen sind in allen Fällen, Verminderung des HA-Gehaltes in 25 %, Erhöhung ebenfalls in 25 %, Längenänderung in 25 % aufgetreten.

3.7. Subjektive Beschwerden

Subjektive Beschwerden wurden hauptsächlich von den Patienten angegeben, deren Bruch bereits mehr als 6 Jahre zurücklag. Die kürzere Zeit zurückliegenden Brüche schienen in dieser Hinsicht bis zur Nachuntersuchung jetzt besser ausgeheilt zu sein. Eine Erklärung dafür könnte sein, daß von den einbestellten Patienten, die sich ihre Fraktur schon vor längerer Zeit zugezogen hatten, hauptsächlich diejenigen erschienen sind, die auf Grund ihrer subjektiven Beschwerden eine Nachuntersuchung für angebracht hielten.

Nur für einen Teil der Beschwerden war ein Korrelat auf dem Röntgenbild zu finden.

Aus der Zusammenstellung von röntgenologischem Befund und subjektiven Beschwerden wird nicht ersichtlich, ob eine bestimmte - durch die Fraktur bedingte - Veränderung des Knochens bestimmte Beschwerden hervorruft.

So verursachte z.B. der (in 6 Fällen) abgerissene Processus styloides ulnae bei 3 Patienten keine Beschwerden, in einem Fall Bewegungseinschränkung, in zwei Fällen imponierte er bei der klinischen Untersuchung als besonders ausgeprägt.

3.8. Röntgenologisch faßbare Veränderungen

Es ist bekannt, daß an der Wachstumsleistung eines Röhrenknochens nicht jede Fuge gleichen Anteil hat, sondern daß hier z.T. erhebliche Unterschiede bestehen. Es ist also nicht gleichgültig, ob am Unterarm die distalen oder die proximalen Epiphysenfugen geschädigt worden sind. Die größere Wachstumsleistung liegt bei den distalen Epiphysenfugen, und zwar sind

die distale Radiusepiphysenfuge mit 75 % und die distale Ulnaepiphysenfuge mit 80 % am Längenwachstum des Unterarms beteiligt (1). Dementsprechend wird sich eine evtl. Wachstumsstörung um so stärker auswirken, je näher die Fraktur der Fuge mit der größten Wachstumsleistung benachbart ist.

Der knöcherne Epiphysenkern der distalen Radiusfuge wird im Alter von 6 Monaten sichtbar, während der Kern der distalen Ellenfuge zwischen dem 6. und 7. Lebensjahr erscheint. Wachstumsstörungen nach Verletzungen am distalen Ellenende werden daher erst nach dem 6. oder 7. Lebensjahr erkennbar. Aitken schreibt, daß bei allen Wachstumsstörungen nach Verletzung der distalen Ellenfuge, welche er gesehen hat, der Unfall sich stets vor Auftreten des Knochenkerns ereignet hatte (21).

Unter unseren nachuntersuchten Patienten befanden sich 4 mit Verletzungen der Ulnaepiphyse (2 Aitken I von Radius und Ulna, 1 Aitken II von Radius und Ulna, 1 Lyse der Ulna). Der Zeitpunkt des Unfalls war nur in einem Fall vor Auftreten des Knochenkerns gelegen. In diesem Fall - er war allerdings operativ versorgt worden - ist keine Wachstumsstörung aufgetreten. Bei den anderen drei Patienten, die sich die Verletzung nach Auftreten des Knochenkerns zugezogen hatten, konnten wir eine Verkürzung auf der verletzten Seite messen.

Bei unseren - quantitativ allerdings kaum repräsentativen - Fällen ist also eine Schädigung der Ulna nach Auftreten des Knochenkerns eingetreten.

Es gibt nur sehr wenig Veröffentlichungen über Spätfolgen nach Epiphysenfrakturen bzw. epiphysennahen Frakturen. Die wenigen Autoren, die Nachuntersuchungen durchführten, haben meist die Epiphysenfrakturen aller Röhrenknochen zusammengefaßt und

konnten deshalb nicht so ausführlich auf die spezielle Problematik der Epiphysenfrakturen am distalen Unterarm eingehen.

F. Gall (13) untersuchte 11 Gleitbrüche der distalen Radiusepiphyse nach, von denen 10 folgenlos ausgeheilt waren. Nur bei einem Kind war eine schwere Wachstumsstörung aufgetreten, deren Ursache wahrscheinlich in viermaligen Repositionsversuchen und Heilung mit starker Achsenknickung nach hinten liegt. 5 Jahre nach dem Unfall ergab sich folgender Befund: radiale Abweichung der Hand, Abflachung des Gelenkflächen-Schaftwinkels und Verkürzung des Radius um 4 cm.

Ehlers und Eberlein (10) haben 30 distale Radius-epiphysenfrakturen nachuntersucht. In 29 Fällen war die Beweglichkeit im Handgelenk vollkommen wiederhergestellt, in einem Fall wird sie als 'mäßig' bezeichnet - es lag eine geringe Beuge- und Streckhemmung vor. Drei Patienten hatten eine leichte Deformierung ihres Unterarms davongetragen, außerdem gaben sie Beschwerden bei Anstrengung an. Verkürzungen sind bei keiner distalen Radiusepiphysenfraktur beobachtet worden.

V. Steinert (27) hat 35 Kinder mit konservativ behandelten und nicht anatomiegerecht ausgeheilten Unterarmfrakturen 1 bis 4 Jahre nach Behandlungsabschluß nachuntersucht. Bei 28 Frakturen hat er vollständigen Ausgleich, bei 6 weitgehenden Ausgleich (Achsenabweichung unter 10°) und nur bei einer schlechten Ausgleich (Achsenabweichung mehr als 10°) festgestellt. Der Autor schloß daraus, daß der spontane Ausgleich um so besser gelang, je näher die Fraktur den Epiphysenlinien gelegen war.

Bei den Epiphysenfrakturen am distalen Unterarm war bei der Nachuntersuchung in keinem Fall eine Fehlstellung nachweisbar, obwohl 9 Frakturen primär

nicht achsengerecht ausgeheilt waren. Wachstumsstörungen sind überhaupt nicht aufgetreten.

Der Autor hat ferner festgestellt, daß ein abgerissener Proc. styloides ulnae immer knöchernen Anschluß an die Ulna findet. Durch diese Pseudoarthrose entsteht keine klinische Symptomatik.

Grewe und Niemann (14) konnten bei der Nachuntersuchung von 35 distalen Radius- und Ulnaepiphysenfrakturen und 33 vollständigen Unterarmfrakturen in keinem Fall Mehrwachstum ermitteln. Sie hatten allerdings auf röntgenologische Längenvergleichsmessungen verzichtet und nur klinisch gemessen. Nach einer epiphysennahen Radiusfraktur beobachteten sie grobe Funktionsstörung und klinisch bedeutsame Restschäden infolge Minderwachstums.

H. Schmidt (26) berichtet von einer (unter 7) nachuntersuchten Radiusepiphysenlösung (sie war 4 Wochen nach dem Unfall operativ reponiert worden), die 5 Jahre später mit deutlicher Verkürzung des Radius gegenüber der Ulna und mit Radialabweichung der Hand infolge Wachstumsstörung (Ulnavorschub) ausgeheilt war. Er hat außerdem 2 Fälle beschrieben, bei denen eine Minusvariante des Radius infolge Wachstumsstörung mit Subluxation der Ulna und zusätzlicher Einschränkung von Volarflexion und Radialabduktion (um je 20°) bzw. Radialabweichung der Hand um etwa 30° aufgetreten war.

Ehalt (8) erwähnt zwei Fälle mit distaler Radius-epiphysenfraktur, bei denen der ehemals abgebrochene Proc. styl. ulnae nicht knöchern verheilt ist; in einem dritten Fall dagegen ist eine Pseudoarthrose zwischen Proc. styl. und Ulna entstanden. Ferner beschreibt er eine Lösung der distalen Ellenepiphyse, die mit Verkürzung der Ulna um 5 cm, Bewegungseinschränkung des Handgelenks um mehr als die Hälfte,

Behinderung der Drehbewegungen des Unterarms, Umfangsmaßdifferenz des Unterarms von 2 cm ausgeheilt ist.

Pollen (22) schildert zwei Fälle von distaler Unterarmfraktur, die ungenügend reponiert worden waren, bei denen sich die Abweichung zwar fast ausgeglichen hatte, in einem Fall aber eine Einschränkung der Supination, im anderen eine Einschränkung der Pronation zurückgeblieben waren.

Flach, Geisbe und Fendel (12) ziehen aus ihren Untersuchungen über Wachstumsveränderungen folgende Schlußfolgerungen:

- In den meisten Fällen von Frakturen kindlicher Röhrenknochen erfolgt verstärktes Längenwachstum, seltener fehlt eine Längendifferenz und fast nie ergibt sich eine meßbare Verkürzung.
- Das veränderte Wachstum an frakturierten Knochen scheint unabhängig zu sein vom Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Fraktur.
- Bei Ober- und Unterschenkelfrakturen besteht keine nachweisbare Korrelation zwischen Sitz und Art der Fraktur und ihrer Distanz zur Epiphysenfuge.
- Operativ und konservativ behandelte Frakturen führen bei unkompliziertem Verlauf zu keinen unterschiedlichen Verlängerungen.
- Die Verlängerungen treten während der Bruchheilung auf, d.h. im Regelfalle während der ersten Monate nach der Fraktur.
- Wachstumsveränderungen erfolgen sowohl nach Frakturen der oberen als auch der unteren Extremität. Die durchschnittliche effektive Verlängerung liegt unter 1 %.

Wir konnten bei unseren Nachuntersuchungen bei 2 Epiphysenlösungen, 16 Epiphysenfrakturen Aitken I und einer Epiphysenfraktur Aitken II Verkürzungen messen. In 8 Fällen waren beide Unterarmknochen verkürzt, obwohl nur eine Verletzung der Radiusepiphyse auf dem Unfallbild zu sehen war. Vermutlich hatte sich hier eine zusätzliche Schädigung der distalen Ulnaepiphyse ergeben, die auf den Röntgenbildern nicht erkennbar war, möglicherweise lag auch eine Crush-Verletzung der Ulnaepiphyse vor.

Die schlechte Ausheilung der Fraktur Aitken II entspricht ganz den Angaben in der Literatur.

Die Verkürzungen traten nur bei den Kindern auf, deren Alter zum Zeitpunkt der Fraktur 7 Jahre und mehr betrug, bei den zum Frakturzeitpunkt jüngeren Kindern war keine Längenänderung festzustellen. Eine Zu- oder Abnahme der Verkürzungen mit höherem Alter konnte nicht ermittelt werden. Dies bestätigt die Aussage Webers, daß sich die Prognose nach dem Skelettalter richtet, und steht - wie diese - im Gegensatz zu der Behauptung von Grewe und Niemann, daß Wachstumsstörungen umso schwerwiegender sind, je jünger das Kind ist.

Stellt man eine Beziehung zwischen dem Ausmaß der Verkürzung nach Epiphysenfrakturen und der Zeit zwischen Fraktur und Nachuntersuchung her, so betragen die Verkürzungen des Radius bei den Brüchen, die länger als 9 Jahre zurückliegen, zwischen 2 und 8 %, während sie bei den Brüchen, die weniger als 6 Jahre zurückliegen, 3 bis 4 % betragen. Da die Patienten, die sich ihre Brüche vor mehr als 9 Jahren zugezogen haben, zur Zeit der Nachuntersuchung bereits erwachsen waren, ist anzunehmen, daß sich eine Verkürzung, die durch eine Epiphysenfraktur entsteht, erst dann in vollem Ausmaß zeigt, wenn das Wachstum des Knochens abgeschlossen ist.

In der Literatur ist keine Epiphysenfraktur beschrieben, bei der der gebrochene Knochen nach Ausheilung länger war. In unserem Krankengut jedoch konnten in 6 % der Epiphysenfrakturen Verlängerungen gemessen werden. Was Schwere der Fraktur und Dauer des Heilungsprozesses anbelangt, ist in diesen Fällen kein Unterschied zu vergleichbaren Frakturen festzustellen. Es ist daher anzunehmen, daß - obwohl das Röntgenbild in jedem Fall eine Radius-epiphysenfraktur zeigte - das Stratum germinativum intakt geblieben ist und die Verletzung eine Hyperämie ausgelöst hat.

Bei 7 von 20 unserer nachuntersuchten distalen Unterarmfrakturen ist es zu einer Verlängerung gekommen. Die Differenzen liegen zwischen 0,5 cm und 1 cm bzw. 2 und 4 %, in einem Fall bei 2,4 cm bzw. 10 %. Diese Unterschiede sind höher als die von Flach, Geisbe und Fendel festgestellten. Die genannten Autoren haben eine durchschnittliche Verlängerung von 1,2 mm entsprechend 0,5 % auf der frakturierten Seite gefunden. Die Gründe für diese Diskrepanz sind folgende:

- Wie bereits erwähnt, wurden bei unseren Messungen Längendifferenzen, die unter 0,5 cm liegen, vernachlässigt. Flach, Geisbe und Fendel scheinen jedoch auch geringere Längenänderungen als Folge der Fraktur anzusehen. Eine Verlängerung über 0,5 cm haben sie nur in 2 (von 33) Fällen gemessen.

Anmerkung: Wenn wir auch die Längenänderungen unter 0,5 cm berücksichtigen, kommen wir zu folgendem Ergebnis: Bei 10 Frakturen sind Radius und Ulna verlängert, bei 2 Frakturen der Radius allein. In 2 Fällen ist der Radius verlängert, die Ulna verkürzt, in einem Fall ist der Radius verkürzt und die Ulna verlängert, in einem

Fall sind beide verkürzt und in 2 Fällen ist nur der Radius kürzer. Die Verlängerungen des Radius liegen zwischen 0,1 cm und 1,0 cm bzw. 0,4 % und 4,03 %, die der Ulna zwischen 0,1 cm und 0,5 cm (bzw. 2,4 cm), entsprechend 0,49 % und 3,09 % (bzw. 10,39 %); die Verkürzungen des Radius schwanken zwischen 0,2 cm und 0,5 cm bzw. 0,6 und 2,71 %, die der Ulna zwischen 0,2 und 0,6 cm bzw. 0,82 % und 2,07 %.

- Die von Flach, Geisbe und Fendel nachuntersuchten Frakturen werden als 'Unterarmbrüche' bezeichnet. Es ist anzunehmen, daß hier Frakturen beliebigen Schweregrads und mit unterschiedlichem Abstand zur Epiphysenfuge zusammengefaßt sind. Bei den von uns nachuntersuchten Frakturen handelt es sich dagegen zum ersten um epiphysennahe und zum zweiten um Frakturen, die primär in achsenabweichender Stellung verheilt sind, bei denen also längere Umbauprozesse notwendig waren, um einer Restitutio ad integrum nahe zu kommen.

Ob die Längenänderungen bei den distalen Unterarmfrakturen mit dem Alter zum Frakturzeitpunkt oder dem Zeitintervall zwischen Fraktur und Nachuntersuchung zusammenhängen, läßt sich bei den wenigen Patienten nicht erkennen. Flach, Geisbe und Fendel haben keine Abhängigkeit gefunden.

In drei Fällen haben wir Verkürzungen am gebrochenen Knochen festgestellt. In einem Fall läßt sich diese Minusvariante durch mehrmalige Repositionsversuche erklären. In den anderen beiden Fällen ist möglicherweise die Wachstumsfuge doch mitgeschädigt worden, obwohl dies im Röntgenbild nicht zu sehen war.

Flach, Geisbe und Fendel haben in 9 Fällen ebenfalls Verkürzungen - allerdings unter 0,5 cm - gefunden. Ein Erklärungsversuch dafür ist in der zitierten Arbeit nicht zu finden.

Die Funktion des Armes war in keinem Fall durch die Längenänderung wesentlich beeinträchtigt. Nur bei der Fraktur Aitken II war sie kosmetisch sehr störend. An der unteren Extremität hätten diese Differenzen wesentlich schwerwiegendere Folgen.

Daß ein abgerissener Processus styloides ulnae immer knöchernen Anschluß an die Ulna findet, können wir nicht bestätigen. In 6 Fällen war auf dem Röntgenbild keine knöcherne Verbindung zu erkennen.

Nach einer - primär achsengerecht ausgeheilten - Fraktur ist durch Fehlwachstum ein sekundärer Achsenfehler entstanden. Für die Gelenkfunktion ist er allerdings ohne Bedeutung geblieben.

Bei 16 von 19 distalen Unterarmfrakturen mit primärer Achsenabweichung nach volar waren diese Winkel auf der bei der Nachuntersuchung angefertigten Aufnahme nicht mehr zu messen. Dieses Ergebnis stimmt mit den Angaben in der Literatur überein, daß man bei der Reposition Winkel bis zu maximal 20° tolerieren kann. Bei den schlecht verheilten Frakturen hatten die Abweichungen immer mehr als 20° betragen. Hinzu kommt, daß zwei dieser Frakturen, die bei der Nachuntersuchung noch eine Achsenabweichung aufwiesen, erst 1 bzw. 2 Jahre zurücklagen und das Knochenwachstum bei diesen Kindern noch nicht abgeschlossen war. Es besteht daher die Möglichkeit, daß sich die noch bestehende Achsenabweichung in den nächsten Jahren ausgleichen wird.

3.9. Durch vergleichende gammastrahlenabsorptiometrische HA-Messungen (Engert et al. 1976)¹⁾ wurde ein differenter Hydroxyl-Apatit-Gehalt in der Extremität gesunder Kinder festgestellt. Diese Differenz zwischen dominierendem und kontralateralem Arm beträgt bei Jungen 4,77 %, bei Mädchen 4,91 %.

Bei unseren Untersuchungen war der Mineralgehalt an der dominierenden Extremität - wenn eine Fraktur auf dieser Seite vorgelegen hatte - in 50 % niedriger, in 29 % höher und in 21 % genauso hoch wie am kontralateralen Arm. Nach den Frakturen am kontralateralen Arm wurde in 63 % eine Verminderung und in 13 % eine Erhöhung gemessen, in 24 % war der HA-Gehalt an beiden Armen gleich.

Bei 6 Kindern fällt die von uns bestimmte Differenz in den oben erwähnten physiologischen Bereich. Die Tab. 26 auf S. 58 würde sich durch Berücksichtigung dieser Tatsache wie folgt ändern:

	Hydroxyl-Apatit-Gehalt		
	erniedrigt	erhöht	gleich
dominierender Arm frakturiert	10	5	5
kontralateraler Arm frakturiert	12	3	5

Tab. 27 Veränderungen des Hydroxyl-Apatit-Gehaltes der frakturierten Extremität im Vergleich zur unverletzten Extremität in Abhängigkeit von der Lokalisation der Fraktur an dominierender bzw. kontralateraler Extremität ohne Berücksichtigung von physiol. Differenzen

¹⁾ Studien zur Immobilisationsosteoporose im Kindesalter, München 1976

Die Wahrscheinlichkeit, daß sich der HA-Gehalt nach einer Fraktur wieder an den des anderen Armes angleicht bzw. diesen übersteigt, ist höher, wenn der gebrochene Arm der dominierende ist. Man kann annehmen, daß der dominierende Arm weniger geschont und bald wieder zum Spielen, Schreiben usw. eingesetzt wird.

Als Erklärungsmöglichkeiten für die Erhöhung des HA-Gehaltes in den 3 Fällen, in denen der kontralaterale Arm verletzt war, bieten sich an

- eine unbewußte Bevorzugung der vermeintlich kontralateralen oberen Extremität,
- eine reaktiv überschießende Mineralisierung des gebrochenen Knochens,
- Lokalisation der Meßstelle im Bereich der Fraktur, der jetzt stärker sklerosiert ist.

Bei Patienten, deren Fraktur 6 Jahre und länger zurückliegt, ist die Differenz im HA-Gehalt zwischen gebrochenem und gesundem Arm geringer als bei Patienten, deren Verletzung nur zwischen einem und 5 Jahren vor dem Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag. Im ersten Fall beträgt diese Differenz im Mittel 9,45 % (4,33 % - 23,02 %), in der zweiten Gruppe 17,14 % (3,85 % - 21,43 %). Möglicherweise gleichen sich diese Differenzen bei den jüngeren Patienten durch weitere Wachstumsprozesse den erstgenannten an.

Diese Befunde entsprechen den Untersuchungen Engerts an frakturierten oberen und unteren Extremitäten von Kindern und Jugendlichen, die eine Remineralisation - je nach Immobilisationsdauer innerhalb von max. 5 Jahren aufweisen.

3.10. Schlußfolgerungen

Epiphysen- und epiphysennahe Verletzungen am distalen Unterarm gehören zu den häufigsten Frakturen im Kindesalter. Es sind meist Schulkinder, die sich diese Art von Verletzungen zuziehen. Ursache ist in der Regel eine indirekte Gewalteinwirkung durch Sturz auf die vorgestreckte Hand. "Indirekte Frakturzeichen" sind - wie bei anderen Frakturen auch - Schmerzen, Schwellung, Deformität, Funktionseinschränkung und ein sichtbares Hämatom.

Bei der Therapie müssen forcierte Manipulation und Refrakturierungen unbedingt vermieden werden, um nicht noch eine zusätzliche Schädigung der Epiphyse herbeizuführen. Achsenabweichungen nach volar, die nicht mehr als 20° betragen, können belassen werden, da sie sich bis zum Abschluß des Knochenwachstums von selbst ausgleichen. Eine Nachbehandlung ist nicht erforderlich. Die häufigsten Spätfolgen bei diesen Frakturen sind Längenänderungen der verletzten Extremität - Verkürzungen nach Epiphysenfrakturen, Verlängerungen nach epiphysennahen distalen Unterarmfrakturen - die jedoch in der Regel toleriert werden können, da sie von den Patienten selbst nicht bemerkt, sondern nur bei einer röntgenologischen Untersuchung erfaßt werden. Ebenso sind die subjektiven Beschwerden und die Verminderung der Beweglichkeit im Handgelenk nicht so gravierend, daß eine operative Nachbehandlung angezeigt wäre.

4. Zusammenfassung

- 4.1. Aus dem Krankengut der Jahre 1959 - 1974, das insgesamt 91 Epiphysen- und distale Unterarmfrakturen umfaßt, konnten 35 Epiphysenfrakturen (2 Lysen ohne, 1 Lyse mit Dislokation, 31 Epiphysenfrakturen Aitken I, 1 Epiphysenfraktur Aitken II) und 20 distale Unterarmfrakturen, die in achsenabweichender Stellung verheilt waren, nachuntersucht werden.
- 4.2. Das Alter der Patienten lag zum Frakturzeitpunkt zwischen 3 und 14 Jahren.
- 4.3. Die Geschlechtsverteilung war bei den Epiphysenfrakturen 1 : 1, von den distalen Unterarmfrakturen waren dagegen doppelt soviel Jungen wie Mädchen betroffen.
- 4.4. Unter den Unfallmechanismen überwogen die indirekten Traumen; nur in 7 % waren direkte Traumen Ursache der Fraktur.
- 4.5. Symptome nach dem Unfall waren Schmerzen, Schwellung, Deformität, Funktionseinschränkung, Fehlstellung, Hämatombildung.
- 4.6. Eine Nachbehandlung erfolgte in 7,3 % der Fälle.
- 4.7. Subjektive Beschwerden wurden von 51 % der Patienten mit Epiphysenfrakturen und von 60 % der Patienten mit distalen Unterarmfrakturen angegeben.
- 4.8. Bei den Epiphysenfrakturen bestand zu 38 % ein Zusammenhang zwischen subjektiven Beschwerden und Röntgenbefund, bei den distalen Unterarmfrakturen zu 61 %.

- 4.9. Unterschiede in der Beweglichkeit beider Handgelenke konnten bei 81,8 % aller Frakturen gemessen werden. In 44 % waren Bewegungseinschränkungen in mindestens einer Ebene vorhanden; in 24 % war die Beweglichkeit zwar in mindestens einer Ebene herabgesetzt, in einer anderen Ebene dagegen vermehrt; in 14 % war der gebrochene Arm in mindestens einer Ebene beweglicher als der gesunde.
- 4.10. Verkürzungen sind nach Epiphysenfrakturen in 54 %, Verlängerungen in 5,7 % aufgetreten. Unter den distalen Unterarmfrakturen waren 35 % mit einer Verlängerung, 15 % mit einer Verkürzung und 50 % ohne Längenänderung ausgeheilt.
- 4.11. Das Röntgenbild zeigte nach 51 % der Epiphysenfrakturen, nach 40 % der distalen Unterarmfrakturen einen auf die Fraktur zurückführbaren pathologischen Befund. Die Achsenabweichungen waren bei den distalen Unterarmfrakturen in 18,7 % nicht vollständig ausgeglichen.
- 4.12. Der Hydroxyl-Apatit-Gehalt war in 50 % erniedrigt, in 29 % erhöht, in 21 % rechts und links gleich nach einer Fraktur des dominierenden Armes; nach einem Bruch auf der kontralateralen Seite war er in 66 % erniedrigt, in 13 % erhöht und in 21 % rechts und links gleich.
- 4.13. Die Differenz der Quotienten HA-Gehalt / Knochenweite rechts und links entspricht in 91 % der Differenz der HA-Werte allein.

Literaturverzeichnis

1. Blount, W.P. Knochenbrüche bei Kindern
Thieme Verlag, Stuttgart
2. Böhler, J. Gelenknahe Frakturen des Unter-
arms in: Der Chirurg, 40. Jhg.
Heft 5, Mai 69, S. 202
3. Brinkmann, W.H. Grundsätzliches zur Behandlung
Jung, H. von Knochenbrüchen im Wachstums-
Fischer, H.J. alter in: Brun's Beiträge für
Klinische Chirurgie, 1973, Band
220, Urban & Schwarzenberg,
S. 186 - 193
4. Brunner, Ch. Spätfolgen kindlicher Frakturen
in: Unfallverletzungen bei Kin-
dern, hrsg. von Jörg Rehn,
Srpinger-Verlag, Berlin-Heidel-
berg-New York, 1974, S. 296
5. Debrunner, H.U. Orthopädisches Diagnostikum
Thieme Verlag Stuttgart, 1973
6. Ecke, H. Diagnose und Prognose von Epi-
physefugenverletzungen in:
Aktuelle Traumatologie, Bd. 5,
Heft 2, Mai 75, Thieme Verlag
7. Ecke, H. Traumatische Veränderungen an
der Wachstumsfuge, ihre Behand-
lung und Prognose in: Rehbein, F.:
Der Unfall im Kindesalter, Hippo-
krates Verlag Stuttgart, Supple-
ment zu Band 11, April 1972,
Zeitschrift für Kinderchirurgie

8. Ehalt, W. Verletzungen bei Kindern und Jugendlichen, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1961
9. Ehalt, W. Wie unterscheiden sich die Knochenbrüche bei Kindern von denen der Erwachsenen? in: Langenbecks Arch. klin. Chir. 289, 391 (1958)
10. Ehlers, P.N.
Eberlein, H. Epiphysenfrakturen. Klinischer Beitrag zur Frage der Spätfolgen in: Langenbecks Arch. klin. Chir. 305, 213 (1964)
11. Engler, J. Die Unfälle im Kindesalter. in: Zeitschrift für Kinderschirurgie, Hippokrates Verlag Stuttgart, Bd. 4, Heft 1/4, Jan. 67, S. 53
12. Flach, A.
Geisbe, H.
Fendel, H. Wachstumsveränderungen nach Frakturen im Kindesalter in: Zeitschr. f. Kinderchir. u. Grenzgebiete, Hippokrates Verlag Stuttgart, 4 Jhg., Heft 1, Jan.67, Sonderdruck
13. Gall, F. Nachuntersuchungen von Epiphysenfugenbrüchen in: Langenbecks Arch. klin. Chir. 289, 372 (1958)
14. Grewe, H.E.
Niemann, F. Wachstumsstörungen nach Frakturen im Kindesalter. in: Brun's Beitr. klin. Chir. 212, 185 (1966)
15. Grob, M. Lehrbuch der Kinderchirurgie
16. Hackenbruch, M.H. Die Indik. zur Osteosynthese bei der frischen kindlichen Verletzung in: Der Unfall im Kindesalter

17. Kronast, P. Katamnestisch erhobene röntgenologische
Pompino, H.-J. Meßergebnisse nach Oberschenkel- und
Fendel, H. Oberarmfrakturen
in: Neue Wege in Diagnostik und
Therapie, Urban & Schwarzenberg,
München-Berlin-Wien, 1974, S. 308 -
318
18. Leonhardt, H. Histologie und Zytologie des Menschen,
Thieme Verlag, S. 156, Knochenwachstum
bei Röhrenknochen
19. Müller, M.E. Luxationen und Frakturen: Untere
Genz, R. Gliedmaßen und Becken
in: Unfallverletzungen bei Kindern,
hrsg. von Jörg Rehn, Springer Verl.
1974, S. 241
20. Müller, V. Traumatische Epiphysenlösung und
subkapitale Oberarmbrüche bei Kindern
in: Chir. Praxis 18, 715 - 718 (1974),
Hans Marseille Verlag München
21. Pannike, A. Die Osteosynthes epiphysennaher
Frakturen einschließlich der Korrektur-
eingriffe
in: Aktuelle Traumatologie, Bd. 4,
Heft 2, Mai 1974, S. 69 - 146
22. Pollen, A.G. Fractures and Dislocations in
Children
Churchill Livingstone, Edinburgh
and London 1973
23. Renné, J. Verrenkungen und Frakturen der
Weller, S. oberen Gliedmaßen
in: Unfallverletzungen bei Kindern,
hrsg. von Jörg Rehn, Springer Verl.
1974

24. Rettig, H. Frakturen im Kindesalter, Verlag
von J.F. Bergmann 1957
25. Schlegel, K.F. Spätfolgen der Epiphysenverletzun-
gen und deren Behandlung
in: Langenbecks Arch. klin. Chir.
304, 627 - 630 (1963)
26. Schmidt, H. Epiphysenschäden und ihre Folgen,
Zbl. Chir. 37, 2007 (1965)
27. Steinert, V. Unterarmfrakturen im Kindesalter
in: Brun's Beitr. klin. Chir. 212,
170 (1960)
28. Suessenbach, F. Epiphysenfugenverletzungen am
distalen Unterschenkel
Verlag Hans Huber Bern-Stuttgart-
Wien 1970
29. Suessenbach, F. Anatomie, Prognose und Behandlung
von Epiphysenfugenverletzungen
in: Chir. Praxis 16, 117 - 122
(1972), Hans Marseille Verlag
München
30. Weber, B.G. Indikationen zur operativen Frak-
turbehandlung bei Kindern
in: Der Chirurg, 38. Jg., Heft 10,
1967, Springer Verlag
31. Weber, B.G. Epiphysenfugenverletzungen
in: Helv. Chir. Acta 31, 103 (1964)
32. Weller, S. Spezielle Gesichtspunkte bei der
Behandlung kindlicher Frakturen
in: Der Unfall im Kindesalter, hrsg.
v. F. Rehbein, Hippokrates Verlag
Stuttgart, Supplement zu Bd. 11/
April 1972, Zeitschrift für Kinder-
chirurgie

33. Witt, A.N. Die Therapie der Epiphysenfugen-
schädigungen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 289,
361 - 371 (1958)
34. Zuckschwerdt, L. Klin. Pathologie der Epiphysenfuge
in: Langenbecks Arch. f. klin.
Chir. 289, 330 - 349 (1958)
35. Zacher, D. Orthopädische Aspekte der Trauma-
Koob, E. tologie im Kindesalter
Schlegel, K.F. in: Der Unfall im Kindesalter,
hrsg. v. F. Rehbein, Hippokrates
Verlag Stuttgart, Supplement zu
Bd. 11/April 1972, Zeitschrift für
Kinderchirurgie

L e b e n s l a u f

Margit D i l l - W i e s s n e r , geb. Wiessner

Geboren: 1951, 26.6. in Lindau (B)

Eltern: Dr. Götz Wiessner und Elisabeth Wiessner,
geb. Hildner

Schul Ausbildung: 1957 - 1961 Volksschule in Lindau (B)
1961 - 1970 Neusprachliches Gymnasium
in Lindau (B)
Juni 1970 Abitur

Studium: 1970 - 1976 Medizinstudium an der Lud-
wig-Maximilian-Universität
München
Okt. 1971 naturwissenschaftliche Vor-
prüfung
Juli 1973 ärztliche Vorprüfung
Dez. 1976 ärztliche Prüfung

Dissertation: Thema: Spätschäden nach kindlichen
Epiphysen- und epiphysennahen
Verletzungen am distalen
Unterarm
Beginn: Frühjahr 1974
Beendigung: 1976

Heirat: März 1974 mit Gerhard Dill, München

Vom 1.2.1977 bis 31.8.1977 Medizinalassistentenzeit in der
Psychiatrischen Abteilung des Max-Planck-Institutes für
Psychiatrie, München.

Vom 1.10.1977 bis 31.1.1978 Medizinalassistentenzeit in der
Chirurgischen Abteilung des Städt. Krankenhauses in Augs-
burg.

Ab 1.2.1978 Medizinalassistentenzeit in der Medizinischen
Poliklinik der Universität München.

